

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Інститут аерокосмічних технологій

Кафедра авіа- та ракетобудування

«На правах рукопису»
УДК 629.735.33

До захисту допущено:

В. о. завідувача кафедри

_____ Володимир КАБАНЯЧИЙ

« ____ » _____ 2020 р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

за освітньо-професійною програмою «Літаки і вертольоти»

зі спеціальності 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»

**на тему: «Забезпечення виробничої технологічності стиків агрегатів
літаків»**

Виконав:

студент VI курсу, групи АЛ-391мп
Ломанов Олександр Костянтинович

Керівник:

Професор, д.т.н., професор кафедри
Сухов Віталій Вікторович

Консультант:

Рецензент:

Асистент
Трунов Віктор Юрійович

Засвідчую, що у цій магістерській
дисертації немає запозичень з праць
інших авторів без відповідних
посилань.
Студент

Київ – 2020 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Інститут аерокосмічних технологій
Кафедра авіа- та ракетобудування

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

Спеціальність – **134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»**

Освітньо-професійна програма «Літаки і вертольоти»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В. о. завідувача кафедри

_____ Володимир КАБАНЯЧИЙ

«___» _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту

Ломанову Олександру Костянтиновичу

1. Тема дисертації «Забезпечення виробничої технологічності стиків агрегатів літаків», науковий керівник дисертації Сухов Віталій Вікторович, д.т.н., професор, затверджені наказом по університету від «02» грудня 2020 р. №3436-с
2. Термін подання студентом дисертації ___10 грудня 2020 р.
3. Об'єкт дослідження Стики агрегатів літака
4. Вихідні дані
 - 4.1. Відхилення контуру агрегату від теоретичного – 0,5...0,8 мм.
 - 4.2. Рівень взаємозамінності стику – неповний.
 - 4.3. Можливість автоматизації стикувальних робіт – передбачити.
 - 4.4. Літак-аналог – Ан-148-100.
 - 4.5. Рівень виробничої технологічності – не менше 85%.
5. Перелік завдань, які потрібно розробити
 - 5.1. Збір даних та аналітичний огляд можливих технологій стикування відсіків і агрегатів.
 - 5.2. Пошук і формування комплексу критеріїв оцінювання виробничої технологічності конструкцій стиків.
 - 5.3. Аналіз сучасних стикувальних стендів для складання літаків.
 - 5.4. Оцінювання виробничої технологічності стиків відсіків фюзеляжу та крила за якісними і кількісними критеріями.
 - 5.5. Розробка директивної технології на прикладі стикування відсіків фюзеляжу.
 - 5.6. Оформлення технічних пропозицій щодо впровадження CAD/CAM/CAE-систем для контролю точності стиків.

5.7. Розробка нового технологічного процесу на прикладі стикування відсіків фюзеляжу.

5.8. Розробка стартап-проекту.

6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу

6.1. Аналітичний огляд технологій стикування відсіків і агрегатів літака.

6.2. Систематизація вихідних даних.

6.3. Методологія вибору критеріїв оцінювання технологічності.

6.4. Результати оцінювання виробничої технологічності стиків відсіків фюзеляжу.

6.5. Директивна технологія стикування відсіків фюзеляжу

6.6. Пропозиції щодо впровадження CAD/CAM/CAE-систем для контролю точності складання стиків.

7. Орієнтовний перелік публікацій

7.1. Стаття у фаховому виданні.

7.2. Доповідь на науково-технічній конференції з публікацією тез.

8. Дата видачі завдання 01.10. 2019

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1.	Збір даних та аналітичний огляд можливих технологій стикування відсіків і агрегатів.	до 29.11.2019 р.	
2.	Пошук і формування комплексу критеріїв оцінювання виробничої технологічності конструкцій стиків.	до 01.02.2020 р.	
3.	Аналіз сучасних стикувальних стендів для складання літаків.	до 20.03.2020 р.	
4.	Оцінювання виробничої технологічності стиків відсіків фюзеляжу за якісними і кількісними критеріями.	до 01.07.2020 р.	
5.	Розробка директивної технології стикування відсіків фюзеляжу.	до 30.09.2020 р.	
6.	Оформлення технічних пропозицій щодо впровадження CAD/CAM/CAE-систем для контролю точності стиків.	до 31.10.2020 р.	
7.	Розробка нового технологічного процесу стикування відсіків фюзеляжу	до 20.11.2020 р.	
8.	Розробка стартап-проекту.	до 07.12.2020 р.	
9.	Оформлення пояснювальної записки та ілюстративного матеріалу.	до 10.12.2020 р.	
10.	Перевірка на плагіат	до 10.12.2020 р.	

Студент

Олександр Ломанов

Науковий керівник

Віталій Сухов

Реферат

Магістерська дисертація: "Забезпечення виробничої технологічності стиків агрегатів літаків", 79 сторінок, 25 рисунків, 19 таблиць, 17 посилань.

Актуальність: з'являється можливість значного підвищення технологічності стикувальних робіт під час кінцевого складання планера літака, зменшення ручної праці за рахунок автоматизації процесів та збільшення програми випуску літаків.

Мета роботи: удосконалення технології складання та стикування агрегатів літака.

Об'єкт дослідження: Стики відсіків агрегатів.

Вихідні дані:

1. Відхилення контуру агрегату від теоретичного – 0,5...0,8 мм. Рівень взаємозамінності стику – неповний.
2. Можливість автоматизації стикувальних робіт – передбачити.
3. Літак-аналог – Ан-148-100.
4. Рівень виробничої технологічності – не менше 85%.

Методи дослідження: порівняльний аналіз технології стикування вітчизняного авіабудування та сучасного; впровадження технології «безстапельного стикування» на підприємство вітчизняного авіабудування; розробка оновленої методології оцінювання технологічності авіаційних конструкцій, зокрема зон стиків агрегатів з урахуванням ряду нормативних документів; пропозиції щодо впровадження CAD/CAM/CAE-систем, як контролю точності; заміна вітчизняних засобів технологічного оснащення на сучасні.

Наукова новизна одержаних результатів: підвищення рівня технологічності агрегатів планеру літака за рахунок розробки сучасної методології розрахунку кількісних та якісних критеріїв технологічності авіаційних конструкцій.

Практичне значення одержаних результатів: підвищення технологічності стиків агрегатів літака; здешевлення технології складання за рахунок автоматизації; значне зменшення часу складання одиниці продукції; зниження ваги та підвищення технологічності з'єднань за рахунок новітніх кріпильних елементів.

Апробація результатів дисертації: науково-практична конференція студентів та молодих вчених "Авіа-ракетобудування: Перспективи та напрямки розвитку".

Ключові слова: технологічність, технологічний процес, фюзеляж, стики, стенд, безстапельне стикування, оцінка технологічності, фотограметрія.

Abstract

Master's dissertation: "Ensuring production manufacturability of joints of aircraft units", 79 pages, 25 figures, 19 tables, 17 references.

Relevance: there is an opportunity to significantly increase the manufacturability of docking work during the final assembly of the aircraft glider, reduce manual labor by automating processes and increase the program of production of aircraft.

Purpose: to improve the technology of assembly and docking of aircraft units.

Object of research: Joints of compartments of units.

Output data:

1. Deviation of the contour of the unit from the theoretical - 0.5... 0.8 mm.
The level of interchangeability of the joint is incomplete.
2. Ability to automate docking - to provide.
3. Analog aircraft - An-148-100.
4. The level of production manufacturability - not less than 85%.

Research methods: comparative analysis of docking technology of domestic aircraft construction and modern; introduction of the technology of "stapleless docking" at the enterprise of domestic aircraft construction; development of an updated methodology for assessing the manufacturability of aircraft structures, in particular the zones of joints of units, taking into account a number of regulations; proposals for the implementation of CAD / CAM / CAE-systems as an accuracy control; replacement of domestic means of technological equipment with modern ones.

Scientific novelty of the obtained results: increasing the level of manufacturability of aircraft glider units due to the development of a modern methodology for calculating quantitative and qualitative criteria of manufacturability of aircraft structures.

The practical significance of the obtained results: increasing the manufacturability of the joints of aircraft units; cheaper assembly technology due to automation; significant reduction of unit assembly time; weight reduction and increased manufacturability of joints due to the latest fasteners.

Approbation of dissertation results: scientific-practical conference of students and young scientists "Air-rocket building: Prospects and directions of development".

Key words: manufacturability, technological process, fuselage, joints, stand, stapleless docking, assessment of manufacturability, photogrammetry.

Зміст

	Перелік умовних позначень.....	10
	Вступ.....	11
1.	Підбір та систематизація вихідних даних.....	13
1.1.	Аналіз технічної літератури для виконання дисертації	13
1.2.	Розробка структурно-логічної схеми дисертації.....	17
1.3.	Формування мети та основних задач проекту.....	17
	Висновки по розділу.....	19
2.	Аналітична частина.....	20
2.1.	Формування переліку та укрупнений аналіз основних конструкторсько-технологічних параметрів об'єкта.....	20
2.2.	Аналіз сучасних стикувальних стендів для складання літаків....	20
2.3.	Вибір адаптивної методики досліджень основних конструкторсько-технологічних параметрів об'єкта.....	24
2.4.	Обґрунтування та розробка пропозицій щодо вдосконалення основних конструкторсько-технологічних параметрів об'єкта.....	25
	Висновки по розділу.....	26
3.	Конструкторсько-технологічна частина.....	27
3.1.	Класифікація та типізація основних конструкторських елементів, видів з'єднань об'єкта.....	27
3.2.	Оцінювання виробничої технологічності конструкції за якісними критеріями.....	31
3.3.	Аналіз робочої технології складання об'єкта, що діє на реальних підприємствах.....	43

					АЛЗмп9104 10.01.00.00 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Ломанов О.К.			Забезпечення виробничої технологічності стиків агрегатів літаків			
Перевір.		Сухов В.В.						
Н. Контр.		Поваров С.А.						
Затв.		Кабанячий В.В.						
						Літ.	Арк.	Аркушів
							8	79
						КПІ ім. Ігоря Сікорського, Каф. АРБ гр. АЛ-391мп		

3.4. Розробка директивного технологічного процесу складання об'єкта в маршрутному описі.....	44
3.5. Оформлення технічних пропозицій щодо впровадження CAD/CAM/CAE-систем для контролю точності стиків.....	45
3.6. Вибір, технічний опис та обґрунтування засобів технологічного оснащення для складання об'єкта.....	51
3.7. Розробка нового технологічного процесу складання об'єкта.....	55
Висновки по розділу.....	60
4. Старт-проект.....	62
4.1 Опис ідеї проекту.....	62
4.2 Технологічний аудит проекту.....	64
4.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту.....	65
4.4 Розроблення ринкової стратегії стартап-проекту.....	72
Висновки по розділу.....	74
ВИСНОВКИ.....	76
Список використаних джерел.....	78

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ЛА – літальний апарат

ПС – повітряне судно

ВЧПУ – верстат з числовим програмним забезпеченням

НТД – нормативно технічні документи

КД – конструкторська документація

ДП – державне підприємство

ЛЦВС – лазерні centruючі вимірювальні системи

СкО – складальна одиниця

СО – складальний отвір

ЗТО – засоби технічного оснащення

ДТП – директивний технологічний процес

ТП – робочий технологічний процес

ЕМ – електронна модель

КТП – конструкторсько-технологічні параметри

КЕ – кріпильний елемент

ВО – вертикальне оперення

ГО – горизонтальне оперення

ВСТУП

Фінальна стадія створення літального апарата (далі – ЛА), а саме остаточне складання, передбачає фактично передостанню (перед першим випробувальним польотом) перевірку правильності всіх закладених у конструкцію інженерних ідей. Саме тут, в агрегатно-складальних цехах та цехах остаточного складання основного виробництва авіабудівного підприємства об'єднуються між собою компоненти, які надійшли на склади цих виробничих площ від суміжників, розташованих як на одній території з заводом, так і в інших містах та країнах світу. І роль технології при виконанні таких робіт грає неабияку роль.

Сучасний період розвитку авіаційної техніки характерний значним прискоренням темпів принципів змін і вдосконаленню конструкцій літальних апаратів, використанням високоефективних двигунів, різноманітних композиційних матеріалів і нового електронного бортового обладнання, тому створення літаків нового покоління (як військових, так і цивільних) ведеться за участі сучасних методів автоматизованого тривимірного комп'ютерного проектування, прогресивних технологічних процесів, високотехнологічного обладнання.

Основні принципи сучасного складального виробництва:

- застосовується безплазове виробництво;
- застосовується безстапельне складання;
- застосовуються новітні високошвидкісні верстати з числовим програмним управлінням (ВЧПУ);
- ведеться автоматизоване проектування оснащення та технологічної документації;
- проводиться перепідготовка та підвищення кваліфікації інженерного складу, майстрів, обслуговуючого персоналу ВЧПУ і робітників складальників.

Актуальність роботи: з'являється можливість значного підвищення технологічності стикувальних робіт під час кінцевого складання планера літака, зменшення ручної праці за рахунок автоматизації процесів та збільшення програми випуску літаків.

Мета роботи: удосконалення технології складання та стикування агрегатів літака.

Задачі дослідження:

1. За допомогою стендів автоматизованого стикування фюзеляжу літака, досягти максимального підвищення технологічності.
2. Замінити стандартні кріпильні елементи типу болт/гайка/шайба на сучасні зарубіжні аналоги типу Hi-Lok.
3. Провести аналіз випуску продукції до впровадження технології на виробництві та після впровадження.

Об'єкт дослідження: Стики агрегатів літака.

Вихідні дані: Відхилення контуру агрегату від теоретичного – 0,5..0,8 мм; рівень взаємозамінності стику – неповний; можливість автоматизації стикувальних робіт – передбачити; літак-аналог – Ан-148-100; рівень виробничої технологічності – не менше 85%.

Наукова новизна: Підвищення рівня технологічності агрегатів планеру літака за рахунок розробки сучасної методології розрахунку кількісних та якісних критеріїв технологічності авіаційних конструкцій.

Практичне значення отриманих результатів: підвищення технологічності стиків агрегатів літака; здешевлення технології складання за рахунок автоматизації; значне зменшення часу складання одиниці продукції; зниження ваги та підвищення технологічності з'єднань за рахунок новітніх кріпильних елементів.

1. ПІДБІР ТА СИСТЕМАТИЗАЦІЯ ВИХІДНИХ ДАНИХ

1.1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ДИСЕРТАЦІЇ

У якості вихідних даних, були підібрані різні джерела, а саме: технічні журнали про авіацію, нормативно-технічна документація ДП «АНТОНОВ», інтернет-простір та інша спеціальна та спеціалізована галузева література. Такий комплекс дозволить раціонально розподілити інформацію та в певній мірі дізнатися про новітні технології у світі.

В даній Дисертації розглядаються питання по забезпеченню виробничої технологічності стиків агрегатів літаків.

Як відомо, у структурі трудомісткості виготовлення ЛА більшу частину займає саме агрегатне та кінцеве складання. Зменшення навантаження на ці види виробництва є актуальною задачею для технологів, нормувальників, працівників планових служб. Одним із очевидних та простих вирішень такої задачі є зниження трудомісткості вказаних фінальних стадій виробництва за рахунок збільшення трудомісткості інших видів (заготівельно-штампувальне, механоскладальне тощо).

Загальне складання ПС є завершальною фазою, в процесі якої виконують монтаж агрегатів планера, завершують монтаж обладнання, регулюють і випробовують системи і механізми ЛА.

Технологічний процес загального складання ЛА має такі основні фази:

- попереднє стикування агрегатів;
- монтажні роботи;
- стикування агрегатів і кінцеве складання;
- регулювання і випробування систем.

Попереднє стикування виконують для перевірки взаємного розташування агрегатів кріплення стикувальних вузлів. При попередньому

стикуванні складають віднімні частини планера, навішують шасі й силові установки, перевіряють нівелювальні дані.

Загальне складання літака виконують у такій послідовності:

1. Складання планера з агрегатами і секціями.
2. Монтаж шасі та агрегатів керуванням.
3. Монтаж силових установок і систем; монтаж агрегатів і трубопроводів систем.
4. Монтаж систем керування ПС.
5. Монтаж радіоелектронного і приладового обладнання.



Рисунок 1.1.1 – Членування цивільного літака

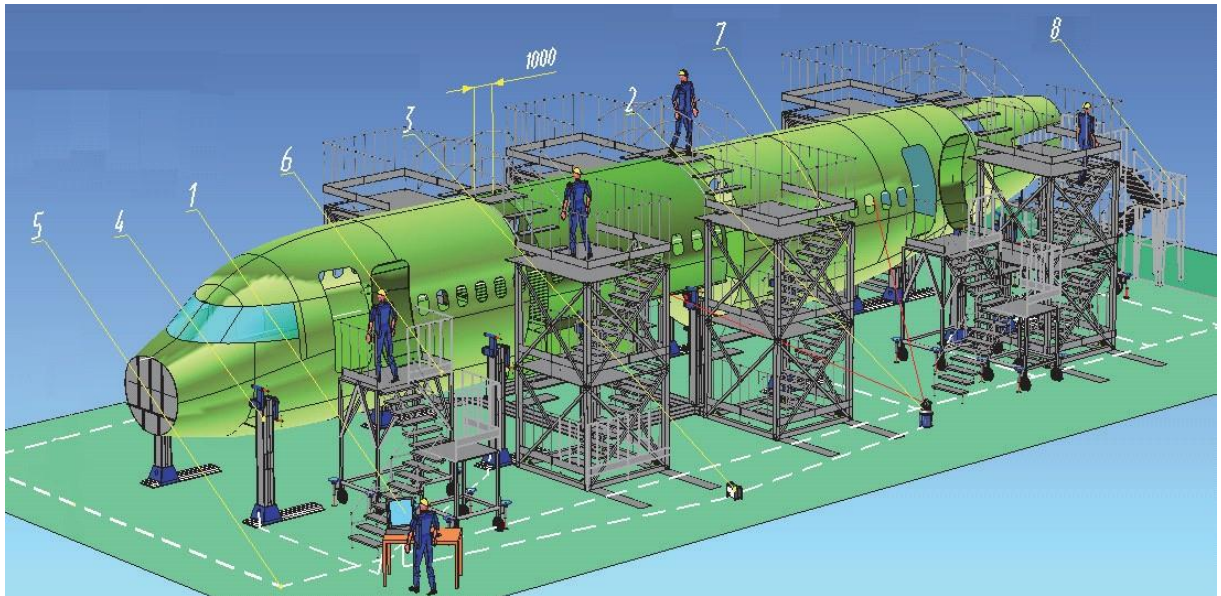


Рисунок 1.1.2 – Приклад стикування відсіків фюзеляжу на стенді з використанням лазерного трекеру

Враховуючи, що поняття «складання агрегату» передбачає комплекс робіт з базування, закріплення і виконання з'єднань між собою відсіків, секцій, панелей, вузлів і деталей, які надходять на складання цього агрегату, можна говорити про стапель як оснащення, конструкція якого передбачає виконання перших двох із означених операцій, а саме базування і закріплення (далі разом – установка). Цей підхід є досить розповсюдженим на закордонних авіабудівних підприємствах, але на вітчизняних, як правило, у стапелі виконуються і переважна більшість з'єднань.

Операція стикування відсіків (агрегатів) ЛА на вітчизняних підприємствах передбачає аналогічні складанню операції, але виключно в зоні стику; замість стапеля використовується інше технологічне оснащення, яке фактично представляє собою візки з ложементами та іншими базовими і закріплюючими елементами. Базування відсіків (агрегатів) при стикуванні відбувається, як правило, по базовим поверхням ложементів візків, з подальшою взаємною орієнтацією вже на місці. Як і при складанні, такий підхід передбачає великий обсяг ручної праці, а необхідність доведення

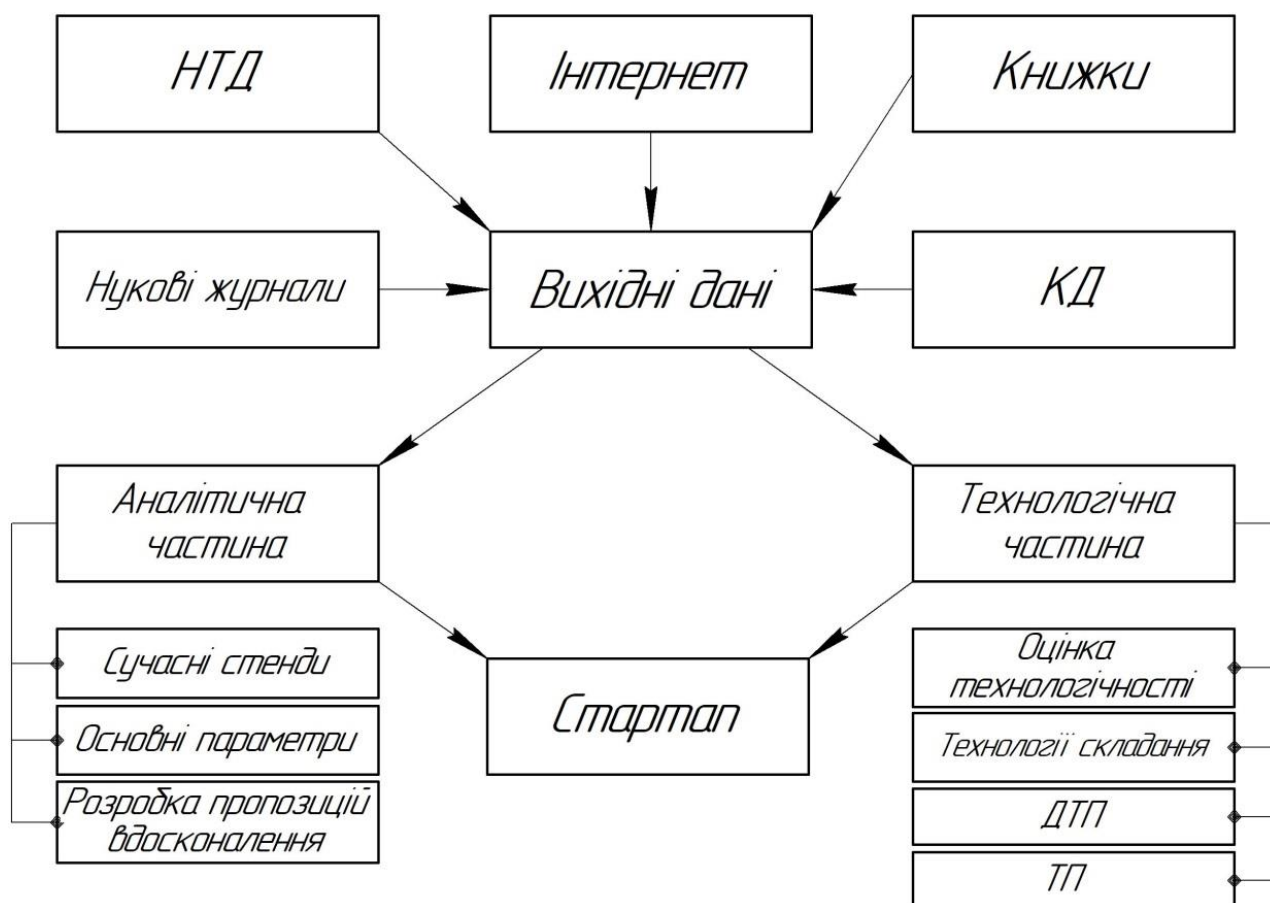
стиків відсіків і агрегатів «на місці» також унеможлиблює забезпечення високих точностних параметрів зони стику.

Специфічними особливостями складальних робіт при складанні планера літака є фактори, які прямо і побічно впливають на трудоемність, цикл та якість проведення складальних робіт:

- використання при складанні планера літака тонколистових, довгомірних деталей (стрингери, обшивки, профілі, згину під дією власної ваги) обумовлює необхідність застосування спеціальних методів складання і складальних пристосувань для отримання точних збірних контурів;
- більшість вузлів і агрегатів планера літака мають складні конструктивно-силові схеми, які необхідно виконати з нежорстких деталей;
- для розробки технологічної документації на виготовлення і складання деталей, вузлів і агрегатів, всього планера літака потрібні великі витрати часу;
- для виготовлення складальної і контрольно-складальної оснастки необхідні великі витрати матеріалів, часу і праці, тому до 30 % вартості виробу - це вартість оснащення виробництва;
- при агрегатному та загальному складанні планера використовують великий обсяг ручної праці і малий обсяг механізації та автоматизації складальних робіт (до 40% від загальної трудомісткості складальних робіт складає ручна праця складальників);
- внаслідок швидкого морального старіння літака і загального прогресу авіації потрібна часта зміна об'єктів виробництва (5 – 7 років експлуатації після серійного випуску для військових літаків, 10 – 15 років для цивільних літаків).

1.2 РОЗРОБКА СТРУКТУРНО-ЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ДИСЕРТАЦІЇ

На малюнку 1.2.1 показано структурно-логічну схему виконання Дисертації та вихідні дані, які були використані для виконання даної роботи.



Малюнок 1.2.1 – Структурно-логічна схема

1.3 ФОРМУВАННЯ МЕТИ ТА ОСНОВНИХ ЗАДАЧ ПРОЕКТУ

Метою даної Дисертації є удосконалення технології складання та стикування агрегатів літака.

Використання комбінованого безстапельного стикування в порівнянні з нинішніми технологіями має такі переваги:

- скорочення витрат за рахунок стандартизації;
- висока продуктивність;
- максимізація забезпечення якості;
- максимально можлива гнучкість для всіх моделей літаків;
- модульна конфігурація для оптимального пристосування до вирішення поставленого завдання.

Одним із найвідоміших аналогів кріпильних систем «болт-гайка» є сімейство кріпильних систем типу Hi-Lok. Так система, на відміну від болтової, потребує менше контрольних операцій, менш трудомістка, а освоєність виготовлення її компонентів у промисловості не нижча від болтів. Слід зазначити, що в конструкції сучасних літаків використання кріпильних елементів типу Hi-Lok просто вражає: майже жодне місце конструкції, де є можливість встановити їх замість звичайних болтів і гайок, має такі системи. Використання їх у вітчизняній авіації обмежується досить високою вартістю, збільшенням трудомісткості підготовки виробництва (у зв'язку з переходом із дюймової на метричну систему) і необхідністю перепроєктування зони стику конструкторами-розробниками.

Новітні КЕ можуть бути використані, як для посадки з натягом, так і з зазором. Можуть встановлюватись на крилі, фюзеляжі, у обтічниках двигунів і т.д.

Особливості даних КЕ:

- контрольоване попереднє навантаження;
- широкий вибір матеріалів та покриттів для установки в усі конструкції літака;
- призначений для роботи на зсув і (або) розтягнення на рівних чи похилих поверхнях;
- установка з обмеженим доступом із використанням звичайних інструментів;

- підходить для установки з зазором, переходом і посадкою з низьким натягом.
- КЕ типу Hi-Lite і Hi-Lok мають меншу на 13% вагу порівняно зі звичайним пакетом болт/шайба/гайка.
- засоби технологічного оснащення для КЕ можуть бути адаптовані під серійне виробництво та досягати швидкості 45 встановлених КЕ/хв.

Основні задачі Дисертації:

- порівняльна характеристика технологічності стикування агрегатів літака;
- підвищення технологічності стиків агрегатів літаків.

ВИСНОВКИ ПО РОЗДІЛУ

Була проаналізована технічна література пов'язана з темою Дисертації та сформований перелік специфічних особливостей складальних робіт під час складання планера літака.

Побудована структурно-логічна схема, за якою буде виконуватись Дисертація.

Сформовано мету даної роботи та її основні задачі, для досягнення бажаного результату.

2. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

2.1 ФОРМУВАННЯ ПЕРЕЛІКУ ТА УКРУПНЕНИЙ АНАЛІЗ ОСНОВНИХ КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТА

Розглянувши конструкцію планера літака, мною проаналізовані наступні конструктивно-технологічні параметри (далі – КТП):

- планер складається з агрегатів;
- конструктивно являє собою літак без СУ та обладнання;
- для стикування агрегатів використовуються заклепки, болти, гайки, шайби, штифти та інші кріпильні елементи;
- характер підходів до місць виконання з'єднань;
- габарити і маса складальних одиниць (далі - СкО).

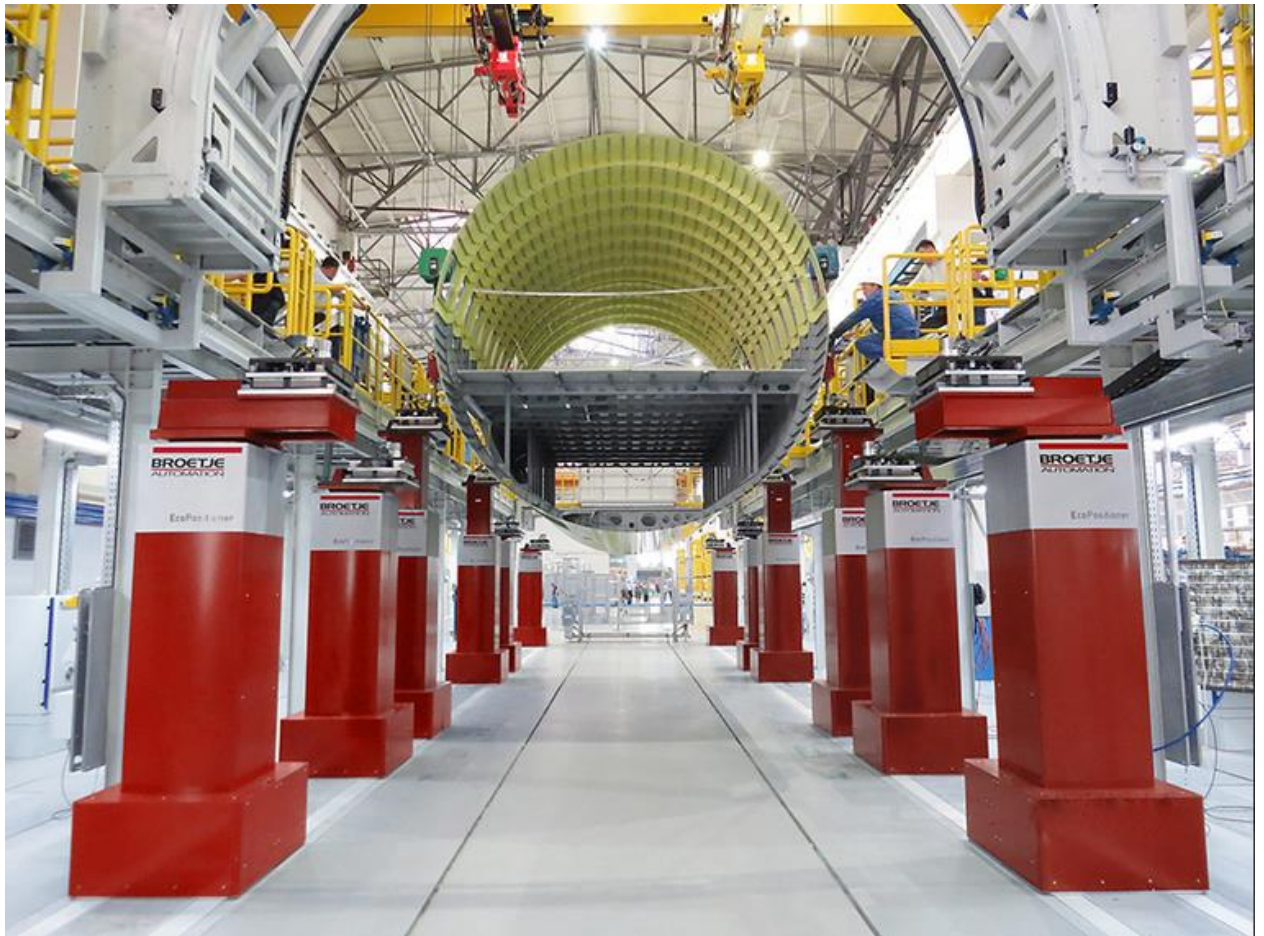
До місць виконання з'єднань забезпечений нормальний підхід за рахунок стенду та рухомих платформ.

Габарити і маса СкО, які входять в конструкцію потребують використання кран-балок та підйомників або рухомих модулів, на яких розміщені відсіки, так як маса агрегатів відносно велика.

2.2 АНАЛІЗ СУЧАСНИХ СТИКУВАЛЬНИХ СТЕНДІВ ДЛЯ СКЛАДАННЯ ЛІТАКІВ

На провідних авіабудівних підприємствах стикувальний процес максимально автоматизований, завдяки використанню високотехнологічного обладнання. При стикуванні відсіків фюзеляжу використовуються стенди для безстапельного стикування або мобільні роботизовані платформи, які інтегруються з системою координат літака і дозволяють з високою точністю розміщувати отвори, свердлити їх та ставити кріпильні елементи.

Комбінований стенд безстапельного стикування фюзеляжу німецької компанії Broetje: Integrated joining assembly cell, ІАС (малюнок 2.2.1).



Малюнок 2.2.1 – Комбінований стенд безстапельного стикування ІАС

При монтажі фюзеляжу проводиться стикування його окремих відсіків. Спочатку окремі відсіки фюзеляжу завантажуються в стенд стикування. Потім, за допомогою лазерної системи виміру, виконується автоматичний процес їх позиціонування і стикування. На наступному етапі проводиться завантаження лівої та правої ВЧК в стенд і їх автоматичне пристикування до фюзеляжу (малюнок 2.2.2).

Для забезпечення необхідної точності процесу стикування застосовується спеціальний метод вимірювання: так звані “мішені” прикріплюються безпосередньо до секцій фюзеляжу і детектуються лазером.

Також висока точність процесу, досягається завдяки використанню 3D-моделей агрегатів та лазерних трекерів, які дають відхилення в 0,003 мм. При стикуванні створюється система координат стенду за допомогою трекера, сканується реальна поверхня агрегату і порівнюється з CAD моделлю, отриманий масив точок порівнюється з реальним і створюється єдина система координат для стенду та агрегату. Таким чином потреба в фізичній спільній базі відпадає, що дає дуже високу точність стикування.



Малюнок 2.2.2 – Стикування ВЧК крила з фюзеляжем

При монтажі відсіків проводиться стикування окремих панелей з решіткою підлоги. Гнучка установка може виробляти складання відсіку з макс. 4 панелей і решітки підлоги (малюнок 2.2.3, 2.2.4). Крім цього в процесі стикування інтегрований монтаж інших вбудованих елементів, тобто фрезерованих шпангоутів, кильової балки, центроплана і ін.



Малюнок 2.2.3 – Комбінований стенд безстапельного стикування FLAC



Малюнок 2.2.4 - Комбінований стенд безстапельного стикування FLAC

Перед стикуванням з метою отримання готового відсіку необхідно виконати точне позиціонування решітки підлоги і панелей. Необхідна точність позиціонування досягається за рахунок використання лазерної техніки. Вона інтегрована в систему управління, регулювання та вимірювання гнучкої комірки для складання або стикування відсіків літаків.

Переваги стенду:

- скорочення витрат за рахунок стандартизації;
- висока продуктивність;
- максимізація забезпечення якості;
- максимально можлива гнучкість для всіх моделей літаків;
- модульна конфігурація для оптимального пристосування до вирішення поставленого завдання.

2.3 ВИБІР АДАПТИВНОЇ МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕНЬ ОСНОВНИХ КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТА

Згідно структурно-логічної схеми визначення об'єкту дослідження у роботі прийнято використовувати нові технології складання планера літака, у якості доцільного способу зменшення вартості та вдосконалення технології складання. Враховуючи, що планер літака являє собою основу літака, то методика дослідження основних КТП об'єкта, а саме агрегатів літака повинна враховувати визначення його параметрів, що найбільш впливають на технологію його стикування.

В найбільшій мірі вона використовується в якості засобу ув'язки та системи допусків і посадок. Поверхні, що сполучаються, є досить важливими, але і водночас характерними для загального літакобудування. Таким чином, прийнято, що необхідністю у розробці адаптивної методики досліджень КТП немає.

Існуючі методики досліджень такого роду агрегатів, як фюзеляж, крило, ВО, ГО, шасі показує, що у якості КТП повинні бути розглянуті:

- види з'єднань;
- точність виготовлення;
- можливість використання стаціонарного обладнання;
- способи складання.

2.4 ОБГРУНТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ВДОСКОНАЛЕННЯ ОСНОВНИХ КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТА

Основним шляхом вдосконалення конструкторсько-технологічних параметрів об'єкта в даній Дисертації визначено застосування використання новітніх технологій складання, з використання сучасного обладнання та вузької номенклатури конструкційних матеріалів і покупних виробів, необхідних для складання планера літака.

Конструкторсько-технологічне відпрацювання агрегатів та порядок їх проведення вказані на малюнку 2.4.1.



Малюнок 2.4.1 - Конструкторсько-технологічне відпрацювання агрегатів

Аналіз КТП (див. п. 2.1) показав, що агрегати для складання планера літака є типовими, і навіть якщо змінювати технологію складання, то на агрегати ніяким чином, це не вплине. Тому затверджую, що використання сучасних КЕ та ЗТО, дасть можливість отримати кращу точність складання, швидкість в опрацюванні тих чи інших операцій, знизить вартість продукції та збільшить кількість випущеної продукції.

ВИСНОВКИ ПО РОЗДІЛУ

Був сформований перелік та аналіз основних конструктивно-технологічних параметрів планера літака. Всі вони мають схожу конструкцію, але кожний має різну технологію складання.

Проаналізовано сучасні стенди для безстапельного стикування фюзеляжу літака, та за основу взятий стенд німецької компанії Broetje, який показує, що стапельне складання вже давно застаріле у нинішній час.

Проаналізовані методики досліджень КТП об'єкта, та зроблений висновок, що методика схожа з дослідженням об'єкта на виробничу технологічність, що дозволяє зменшити обсяг робіт по аналізу.

Вирішено, що основним шляхом вдосконалення КТП об'єкта визначено використання нової технології стикування агрегатів літака, з використанням сучасних ЗТО, сучасних стендів та КЕ типу Hi-Lok, що підвищить точність виконаних робіт та забезпечить прискорення виконання складання поопераційно.

3. КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 КЛАСИФІКАЦІЯ ТА ТИПІЗАЦІЯ ОСНОВНИХ КОНСТРУКТОРСЬКИХ ЕЛЕМЕНТІВ, ВИДІВ З'ЄДНАНЬ ОБ'ЄКТА

Фюзеляж – основна частина конструкції повітряного судна (далі – ПС), призначена для з'єднання в одне ціле всіх його частин, а також для розміщення екіпажу, пасажирів, обладнання та вантажів.

Фюзеляж є основним джерелом шкідливого опору ПС, тому велика увага приділяється його обводам і якості поверхні.

Найраціональнішою конструкцією, здатною сприймати всі навантаження, що діють на фюзеляж при мінімальній власній масі, є тонкостінна просторова оболонка, підкріплена зсередини силовим каркасом. Раціональність такої оболонки забезпечується повноцінним використанням її робочої обшивки як при сприйнятті місцевого аеродинамічного навантаження, внутрішнього надмірного тиску, так і в загальній силовій роботі, яка полягає в тому, що обшивка сприймає всю перерізуючу силу, весь крутний момент і бере участь в сприйнятті згинаючих моментів.

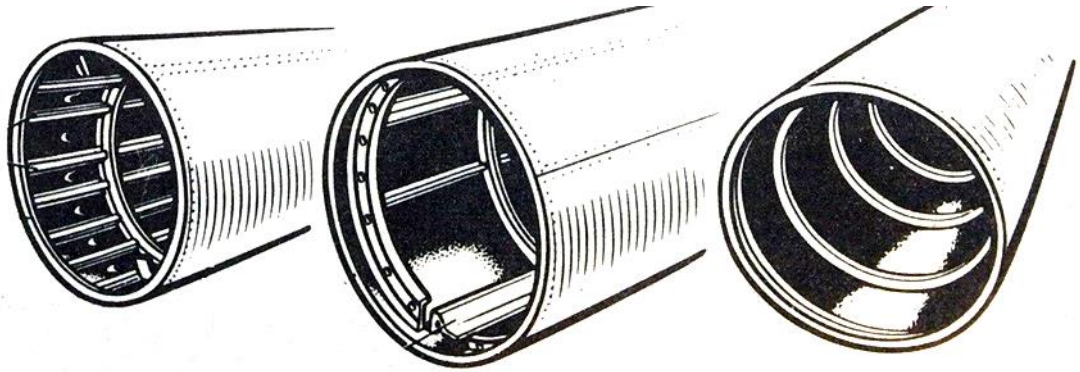
Оболонка, підкріплена каркасом найкращим чином задовольняє й вимоги зручності компоновки, забезпечення технологічної простоти, а також живучості і експлуатаційної технологічності.

Фюзеляжі фермової конструкції, що використовувалися раніше, “програють” за масою балочній конструкції у зв'язку з тим, що обшивка фермових фюзеляжів повністю виключена із загальної силової роботи, сприймаючи тільки місцеве повітряне навантаження і будучи, таким чином, додатковим конструктивним елементом, який збільшує масу конструкції.

Просторова ферма надзвичайно ускладнює і компоновку вантажів у фюзеляжі. Все це призвело до того, що фермові фюзеляжі в наш час повністю витіснені балочними та їх вживання виправдано лише на легких тихохідних літаках малої авіації.

Балочні фюзеляжі діляться на три основні різновиди (малюнок 3.1.1):

- лонжеронний;
- стрингерний;
- обшивочний.

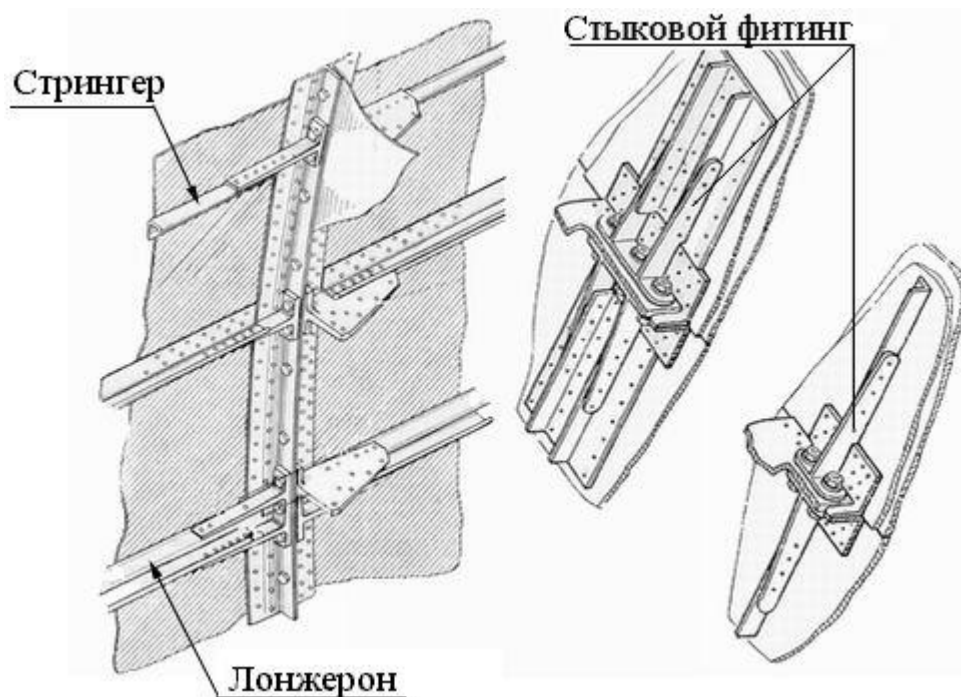


Малюнок 3.1.1 – Різновиди балочного фюзеляжу

Стики відсіків фюзеляжу балочно-лонжеронної схеми виконуються за допомогою стикових вузлів, розташованих тільки на лонжеронах - точковий стик. Конструктивно для цього використовуються вузли типу "вуха-вилка" або вузли фітингової схеми.

Балочно-стрингерні фюзеляжі стикаються (малюнок 3.1.2) за принципом контурного стику з розташуванням стикових фітингів по всьому периметру стикового шпангоуту з обов'язковим силовим зв'язуванням обшивки і всіх стрингерів частин фюзеляжу, що стикаються.

Балочно-обшивочні фюзеляжі зазвичай з'єднуються фланцевим стиком, що забезпечує силовий зв'язок обшивок частин, що стикаються по всьому контуру. Це, по суті, контурний стик з єдиним стиковим елементом - кутом, стрічкою і т.п.

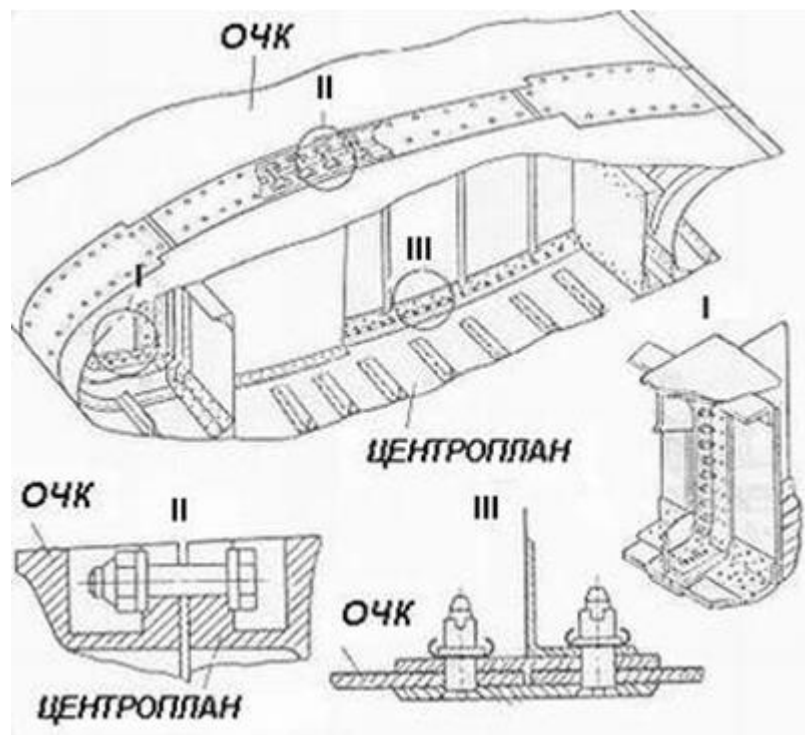


Малюнок 3.1.2 – Стик балочно-стрингерного фюзеляжу

Вузли кріплення агрегатів до фюзеляжу встановлюються на посилених шпангоутах, які виконують роль жорсткого диску, забезпечуючи розподіл зосереджених навантажень по всьому периметру оболонки фюзеляжу.

Особливість з'єднання крила і фюзеляжу (малюнок 3.1.3) полягає в зрівноваженні моментів вигину консолей крила в місці кріплення. Найбільш ефективним зрівноваженим є з'єднання між собою консолей крила через фюзеляж. У лонжеронному крилі це зробити досить просто, варто лише пустити через фюзеляж від одної консолі крила лонжерон до другої консолі крила.

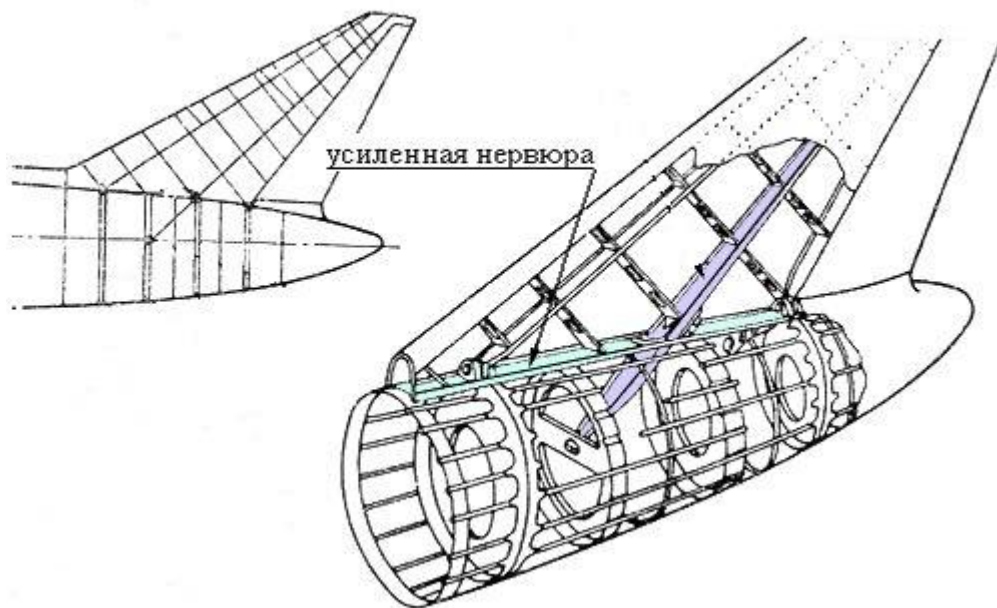
Що стосується кесонних крил, то через фюзеляж пускають всі силові панелі.



Малюнок 3.1.3 – Стик центроплану з від’ємною частиною крила

Кріплення кіля (малюнок 3.1.4), так само, як і крила, вимагає передачі моменту, що вигинає на фюзеляж. Для отримання цього використовується рамний або сітковий силовий шпангоут. У більшості випадків використовується кріплення лонжеронів в двох точках, які рознесені по силовому шпангоуту. У точці, де перетинається лонжерон зі шпангоутом, лонжерон кіля має злам; саме тут необхідно посилення конструкції за допомогою додаткової нервюри.

Кріплення двигунів до фюзеляжу здійснюється як всередині до посилених елементів каркаса, так і зовні на спеціальних пілонах. Кріплення пілонів до фюзеляжу подібне до кріплення стабілізатора або крила.



Малюнок 3.1.4 – Стик кіля з фюзеляжем

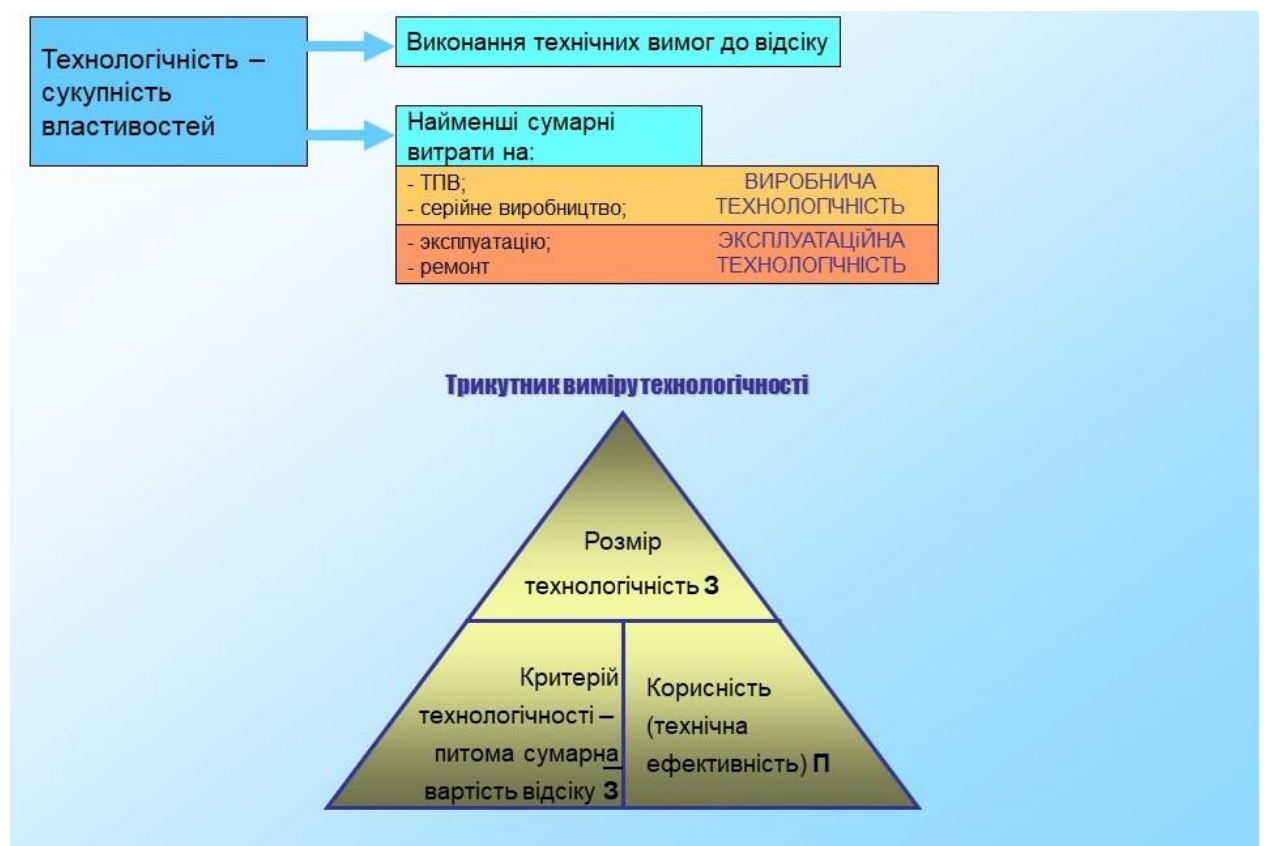
3.2 ОЦІНЮВАННЯ ВИРОБНИЧОЇ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ЗА ЯКІСНИМИ КРИТЕРІЯМИ

Виробнича технологічність (малюнок 3.2.1) — це одна з комплексних характеристик технічного пристрою, яка виражає зручність його виробництва, ремонтопридатність і експлуатаційні якості.



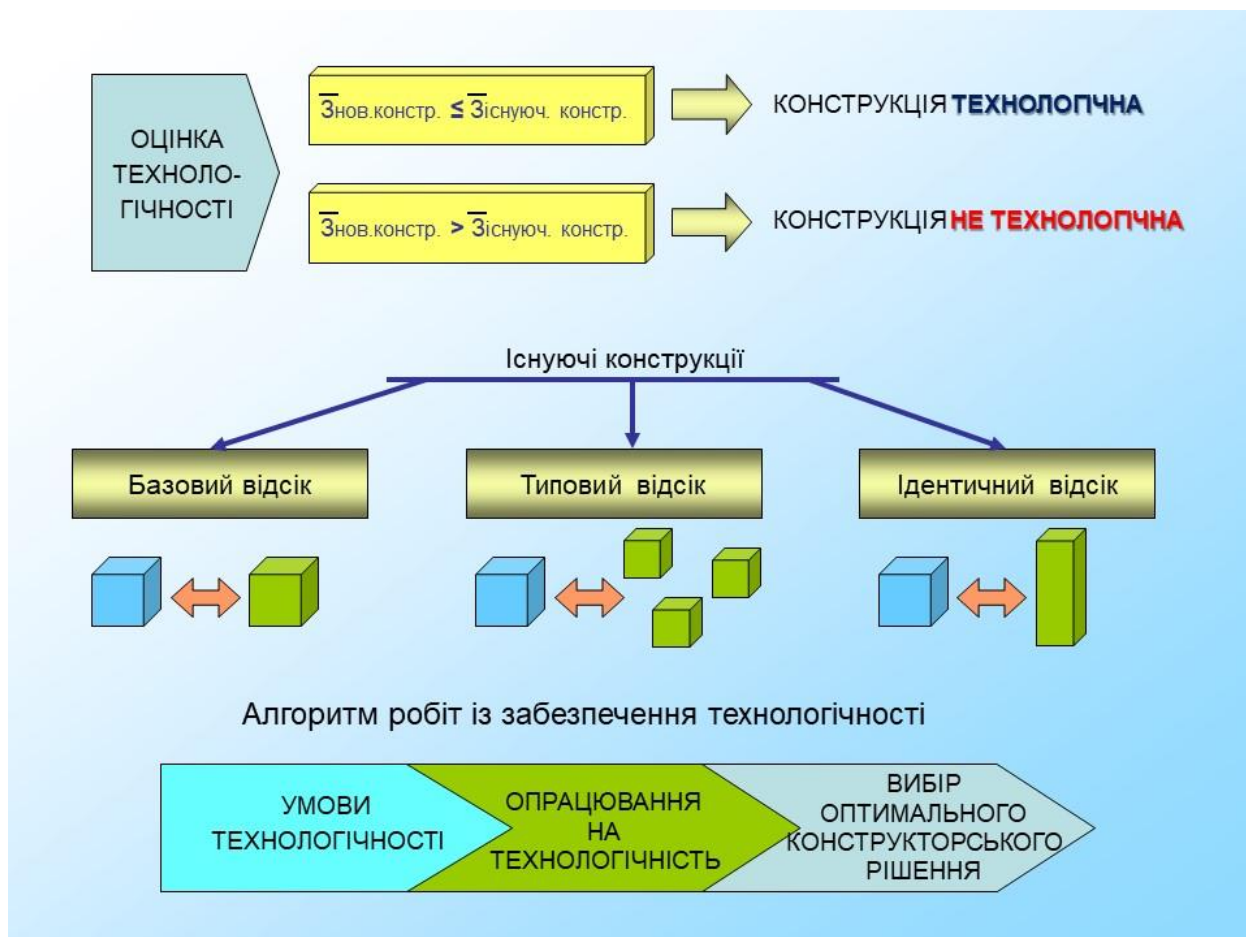
Малюнок 3.2.1 – Схема забезпечення виробничої технологічності

Оцінка технологічності конструкції виробу (далі – ТКВ) (малюнок 3.2.2, 3.2.3) представляє сукупність взаємопов'язаних заходів по виявленню її окремих або цілісних властивостей, їх зіставлення з властивостями виробу, конструкція якого прийнята в якості бази для порівняння, і представлення результатів зіставлення в формі, прийнятною для прийняття управлінських рішень по вдосконаленню конструкції розроблюваного виробу.



Малюнок 3.2.2 – Оцінка технологічності конструкції виробу

Якісна оцінка ТКВ. Різновидами інженерно-візуальних методів оцінки ТКВ можуть бути різноманітні методи, засновані на використанні інформації, одержуваної в результаті сприйняття органів чуття, наприклад, на стадії розробки конструкторської документації дослідного зразка або серійного виробництва. Ці методи широко використовуються для оцінки якості продукції.



Малюнок 3.2.3 – Оцінка технологічності конструкції виробу

Якісна оцінка ТКВ заснована на інженерно-візуальних методах оцінки і проводиться по окремим конструктивним і технологічним ознакам і, як правило, передує кількісній оцінці, але цілком сумісна з нею на всіх стадіях проектування. Якісна оцінка одного конструктивного виконання виробу виробляється на підставі аналізу відповідності його основним вимогам до виробничої, експлуатаційної та ремонтної ТКВ по критеріях «добре - погано», «допустимо - неприпустимо», «технологічно - нетехнологічно» і т. д.

При порівнянні варіантів конструктивних виконань виробу в процесі проектування якісна оцінка «краще - гірше», часто дозволяє вибрати оптимальний варіант виконання або встановити цілеспрямованість витрат

часу на визначення чисельних значень показників ТКВ всіх порівнюваних варіантів.

В окремих випадках для якісного опису конструктивних і технологічних ознак до виробів можуть бути застосовані шкала інтенсивності цих ознак.

Кількісна оцінка ТКВ. Дані про рівень технологічності конструкції повинні використовуватися в процесі оптимізації конструктивних рішень на стадіях розробки конструкторської документації, при ухваленні рішення про виробництво виробу, аналізі технологічної підготовки виробництва, розробці заходів щодо підвищення рівня технологічності конструкції виробу і ефективності його виробництва і експлуатації, при атестації якості виробу.

Необхідність кількісної оцінки технологічності конструкції виробів, а також номенклатуру показників і методику їх визначення встановлюють залежно від виду виробів, типу виробництва та стадії розробки конструкторської документації галузевими стандартами або стандартами підприємства. Кількість показників повинно бути мінімальним, але достатнім для оцінки технологічності.

Комплексні показники технологічності конструкцій виробів можна визначати різними методами. Багато з них подібні і від-личать не принципова положеннями. Практичне застосування мають такі методи визначення комплексних показників технологічності конструкцій:

- комплексний показник виражається приватними показниками, в окремих випадках ця методика передбачає введення коефіцієнтів економічної еквівалентності використовуваних приватних показників;
- комплексний показник виражається середньоарифметичною або середньозваженою величиною приватних показників з введенням коефіцієнта їх економічної еквівалентності;
- комплексний показник визначається на підставі опрацьованих досвідчених статистичних даних приватних показників методом

кореляційного аналізу. Отримані функції регресії (рівняння залежностей різних приватних чинників) дозволяють визначити комплексний техніко-економічний показник (трудомісткість, собівартість і ін.);

- комплексний показник визначається за системою балів, котрим оцінюють показники технологічності для подальшого виявлення техніко-економічного показника, вважаючи їх взаємозв'язок строго лінійної;
- комплексний показник визначається за системою зменшення максимального значення показника технологічності при невідповідності конструктивно-технологічних факторів виробу найбільш технологічної конструкції представника;
- комплексний показник визначають, використовуючи окремі елементи викладених вище методів.

Комплексний показник, який визначається за системою зменшення максимального значення показника технологічності, заснований на порівнянні конструктивно-технологічних факторів даного виробу з найбільш технологічною конструкцією типового представника.

Далі представлені авторські кількісні критерії технологічності, при розрахунку яких отримаємо величину показника, що лежить в діапазоні від 0 до 1. Такі критерії представлені у вигляді відповідних коефіцієнтів. Конструкція має тим більший рівень технологічності, чим ближче до 1 лежить отримана величина.

Нижче наведено перелік розроблених кількісних критеріїв технологічності.

1. Коефіцієнт пресового клепання $K_{пк}$:

$$K_{пк шв} = \frac{n_{закл. пр. шв}}{n_{закл. \Sigma шв}}$$

де: $n_{\text{закл. пр. шв}}$ — кількість заклепок у шві, що клепаються пресовим способом, шт.;

$n_{\text{закл. } \Sigma \text{ шв}}$ — кількість заклепок у шві всього, шт.

Або:

$$K_{\text{пк зон}} = \frac{n_{\text{закл. пр. зон}}}{n_{\text{закл. } \Sigma \text{ зон}}}$$

де: $n_{\text{закл. пр. зон}}$ — кількість заклепок у вибраній зоні конструкції, що клепаються пресовим способом, шт.;

$n_{\text{закл. } \Sigma \text{ зон}}$ — кількість заклепок у вибраній зоні всього, шт.

2. Коефіцієнт автоматичного зварювання $K_{\text{аз}}$:

$$K_{\text{аз шв}} = \frac{l_{\text{зв. авт. шв}}}{l_{\text{зв. } \Sigma \text{ шв}}}$$

де: $l_{\text{зв. авт. шв}}$ — довжина ділянки у зварному шві, отриманою автоматичним способом, мм;

$l_{\text{зв. } \Sigma \text{ шв}}$ — довжина зварного шва, мм.

Або:

$$K_{\text{аз зон}} = \frac{l_{\text{зв. авт. зон}}}{l_{\text{зв. } \Sigma \text{ зон}}}$$

де: $l_{\text{зв. авт. зон}}$ — довжина зварних швів у вибраній зоні конструкції, отриманих автоматичним способом, мм;

$l_{\text{зв. } \Sigma \text{ зон}}$ — довжина зварних швів у вибраній зоні конструкції всього, мм.

3. Коефіцієнт уніфікації кріпильних елементів (КЕ) $K_{\text{ун. КЕ}}$:

$$K_{\text{ун КЕ шв}} = \frac{n_{\text{КЕ уніф. шв}}}{n_{\text{КЕ } \Sigma \text{ шв}}}$$

де: $n_{KE \text{ уніф. шв}}$ – кількість уніфікованих КЕ у шві, шт;

$n_{KE \Sigma \text{ шв}}$ – кількість КЕ у шві всього, шт.

Або:

$$K_{\text{ун КЕ зон}} = \frac{n_{\text{КЕ уніф. зон}}}{n_{\text{КЕ } \Sigma \text{ зон}}}$$

де: $n_{KE \text{ уніф. зон}}$ – кількість уніфікованих КЕ у вибраній зоні конструкції, шт;

$n_{KE \Sigma \text{ зон}}$ – кількість КЕ у вибраній зоні конструкції всього, шт.

4. Коефіцієнт виступання голівок КЕ $K_{вг \text{ КЕ}}$:

$$K_{\text{вг КЕ шв}} = \frac{n_{\text{КЕ вист гол. шв}}}{n_{\text{КЕ } \Sigma \text{ шв}}}$$

де: $n_{KE \text{ вист. гол. шв}}$ – кількість КЕ з виступаючими голівками у шві, шт;

$n_{KE \Sigma \text{ шв}}$ – кількість КЕ у шві всього, шт.

Або:

$$K_{\text{вг КЕ зон}} = \frac{n_{\text{КЕ вист. гол. зон}}}{n_{\text{КЕ } \Sigma \text{ зон}}}$$

де: $n_{KE \text{ вист. гол. зон}}$ – кількість КЕ з виступаючими голівками у вибраній зоні конструкції, шт.

5. Коефіцієнт доступності місць з'єднань $K_{дмз}$:

$$K_{\text{дмз шв}} = \frac{n_{\text{з. вільн. дост. шв}}}{n_{\text{КЕ } \Sigma \text{ шв}}}$$

де: $n_{\text{з вільн. дост. шв}}$ – кількість з'єднань з вільним доступом* у шві, шт.

Або:

$$K_{\text{дмз зон}} = \frac{n_{\text{з. вільн. дост. зон}}}{n_{\text{КЕ } \Sigma \text{ шв}}}$$

де: $n_{\text{з вільн. дост. зон}}$ — кількість з'єднань з вільним доступом* у вибраній зоні конструкції, шт.

***Примітка.** Маються на увазі з'єднання, виконання яких потребує стандартних ЗТО з «класичними» робочими органами, переважно, прямого виконання (для МІ — прямого і «пістолетного» виконання).

6. Коефіцієнт вільних посадок $K_{\text{вп}}$:

$$K_{\text{вп шв}} = \frac{n_{\text{кріп. точ. зазор. шв}}}{n_{\text{КЕ } \Sigma \text{ шв}}}$$

де: $n_{\text{кріп. точ. зазор. шв}}$ — кількість кріпильних точок з отворами з посадками з зазором у шві, шт.

Або:

$$K_{\text{вп зон}} = \frac{n_{\text{кріп. точ. зазор. зон}}}{n_{\text{КЕ } \Sigma \text{ шв}}}$$

де: $n_{\text{кріп. точ. зазор. зон}}$ — кількість кріпильних точок з отворами з посадками з зазором у вибраній зоні конструкції, шт.

7. Коефіцієнт зрізання пакету $K_{\text{зп}}$:

$$K_{\text{зп зон}} = \frac{n_{\text{дет. 2 пак. зон}}}{n_{\text{дет. } \Sigma \text{ пак зон}}}$$

де: $n_{\text{дет. 2 пак. зон}}$ — кількість кріпильних точок з поєднанням не більше двох деталей в пакеті у вибраній зоні конструкції, шт.;

$n_{дет. \Sigma пак. зон}$ – кількість кріпильних точок з зі всіма можливими поєднаннями деталей в пакеті у вибраній зоні конструкції, шт.

8. Коефіцієнт скупчення КЕ $K_{с КЕ}$:

$$K_{с КЕ шв} = \frac{l_{\Sigma \text{ норм. крок КЕ шв}}}{l_{\Sigma \text{ крок КЕ шв}}}$$

де: $l_{\Sigma \text{ норм. крок КЕ шв}}$ – сумарна довжина нормативних* кроків КЕ у шві, мм;

$l_{\Sigma \text{ норм. крок КЕ шв}}$ – сумарна довжина всіх кроків КЕ у шві, мм.

Або:

$$K_{с КЕ} = \frac{l_{\Sigma \text{ норм. крок КЕ зон}}}{l_{\Sigma \text{ крок КЕ зон}}}$$

де: $l_{\Sigma \text{ норм. крок КЕ шв}}$ – сумарна довжина нормативних* кроків КЕ у вибраній зоні конструкції, мм;

$l_{\Sigma \text{ норм. крок КЕ шв}}$ – сумарна довжина всіх кроків КЕ у вибраній зоні конструкції, мм.

9. Коефіцієнт тарованого згвинчування $K_{тз}$:

$$K_{тз КЕ шв} = \frac{n_{КЕ і гайк. нетар. згвинч. шв}}{n_{КЕ гайк \Sigma шв}}$$

де: $n_{КЕ і гайк. нетар. згвинч. шв}$ – кількість КЕ і-того типу, які мають гайки та які не підлягають тарованому згвинчуванню, у шві, шт;

$n_{КЕ і гайк \Sigma шв}$ – кількість всіх КЕ і-того типу, які мають гайки, у шві, шт.

Або:

$$K_{\text{ТЗ КЕ зон}} = \frac{n_{\text{КЕ і гайк. нетар. згвинч. зон}}}{n_{\text{КЕ і гайк } \Sigma \text{ зон}}}$$

де: $n_{\text{КЕ і гайк. нетар. згвинч. зон}}$ – кількість КЕ і-того типу, які мають гайки та які не підлягають тарованому згвинчуванню, у вибраній зоні конструкції, шт;

$n_{\text{КЕ і гайк } \Sigma \text{ шв}}$ – кількість всіх КЕ і-того типу, які мають гайки, у шві, шт.

Так як зона стиків агрегатів являє собою класичну авіаційну конструкцію, у даному розділі Дисертації буде розглянуто питання пов'язане з оцінюванням технологічності агрегатів. Агрегати надходять на стикування остаточно виготовленими і від точності стикування залежить точність складання планера літака.

Результати оцінювання технологічності конструкції планера літака представлені в таблиці 3.2.1.

Таблиця 3.2.1 – Результати оцінювання технологічності конструкції планера літака та його складальних одиниць (далі – СО) за якісними критеріями технологічності.

№ п/п	Найменування якісного критерію технологічності	Ступінь відповідності конструкції критерію, пропоновані шляхи підвищення рівня технологічності
1	2	3
1	Обґрунтованість вимог до точності геометричних параметрів складальних одиниць (СкО), можливість забезпечення необхідної точності.	Вимоги до точності геометричних параметрів агрегатів обґрунтовані необхідністю точності складання планера в цілому. Необхідну точність закладають при проектуванні.

2	Застосування методів базування, заснованих на створенні з використанням CAD/CAM/CAE-систем технологічних баз, їх матеріалізації з використанням програмно-керованого обладнання і контрольно-вимірювальних систем.	На даний час даний метод використовується на в повній мірі, але можливе застосування методів базування, заснованих на створенні з використанням CAD/CAM/CAE-систем технологічних баз, їх матеріалізації з використанням програмно-керованого обладнання і контрольно-вимірювальних систем.
3	Можливість використання прогресивних методів контролю точності, заснованих на застосуванні контактних і безконтактних методів вимірювання і порівняння дійсних геометричних параметрів з параметрами ЕМ, як з еталонними об'єктами	На даний час використовують застарілі методи контролю точності, з новими стендами можливе використання прогресивних методів контролю точності.
4	Габаритно-масові характеристики СКО, наявність такелажних вузлів для переміщення СКО	Значна частина агрегатів, що входять до конструкції планера літака, мають відносно велику вагу та габарити, тому для транспортування СКО оснащені такелажними вузлами.

5	Можливість забезпечення незмінності базування СО в процесі складання	Забезпечення незмінності базування в процесі стикування забезпечується наявністю теоретичної лінії підлоги
6	Доступність місць з'єднання та контролю, ремонтпридатність	Конструкція агрегатів дозволяє забезпечити нормальний підхід до місць з'єднання та забезпечення ремонтпридатності.
7	Уніфікація застосованих КЕ	Уніфікація КЕ забезпечується на етапі розробки КД за відповідності ГОСТ, DIN, ISO та СТП.
8	Можливість використання спеціалізованих складальних пристосувань для складання СкО	При складанні СкО, які входять в конструкцію планера літака, використовують стапелі. Можливе використання новітніх технологій безстапельного складання.
9	Відображення в електронній моделі, електронних креслень у вигляді елементів конструкції, реперних точок та конструкторських баз, відносно яких задаються розміри, які підлягають контролю	При проектуванні конструкції, в КД задають реперні точки, які наносять на деякі елементи конструкції. Розміри, які підлягають контролю, задаються відносно реперних точок і теоретичної лінії підлоги.

10	Необхідність наявності і зручність підходів для механізованого інструменту для виконання окремих операцій ТП складання.	У місцях використання механізованого інструменту забезпечено нормальний підхід для виконання операцій ТП.
----	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------

Проведене оцінювання дозволяє стверджувати, що забезпечення технологічності зони стику, як і агрегатів (відсіків), які з'єднуються між собою, є актуальною проблемою зараз.

3.3 АНАЛІЗ РОБОЧОЇ ТЕХНОЛОГІЇ СКЛАДАННЯ ОБ'ЄКТА, ЩО ДІЄ НА РЕАЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

За основу взята технологія складання, що діє на державному підприємстві «АНТОНОВ», а саме літака Ан-148-100.

Приклад технологічного процесу, який діє на підприємстві у даний час:

1. Контроль ТУ поставки СКО на ділянку стикування відсіків.
2. Комплектація відсіків.
3. Підготовка стапеля.
4. Установка відсіків.
5. Свердління отворів Ø 4 мм в стикувальній стрічці в шаховому порядку.
6. Підведення відсіків Ф-1 до Ф-2. Закріплення.
7. Свердління отворів у відсіках по НО в стикувальній стрічці.
8. Підведення відсіку Ф-3, свердління отворів по НО в стикувальній стрічці.

9. Відведення модульних частин, усунення задирок, знежирення.
10. Нанесення герметика на стикувальну стрічку і зону стику.
11. Підведення модулів співвісно, закріплення стикувальної стрічки.
12. Вулканізація герметика.
13. Виконання з'єднань по стику.
14. Відведення рубильників від фюзеляжу, виїмка агрегату зі стенду.
15. Контроль точності геометричних параметрів.
16. Транспортування на стикування з іншими агрегатами.

На даний час технологія вважається морально застарілою за рахунок того, що на стикування одного фюзеляжу задіяна дуже велика кількість персоналу, а також використовуються стапелі та неактуальні на даний час механізовані інструменти, що переважно передбачають ручну працю. В наслідок чого, дуже малий цикл випуску літаків.

3.4 РОЗРОБКА ДИРЕКТИВНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ СКЛАДАННЯ ОБ'ЄКТА В МАРШРУТНОМУ ОПИСІ

Директивний технологічний процес (далі - ДТП) – технологічний документ, який наказував би використання в технологічному процесі виготовлення виробу обов'язкових технологічних методів і засобів технологічного оснащення з маршрутним описом технологічних операцій в послідовності їх виконання.

Мною розроблено ДТП стикування відсіків фюзеляжу літака, на прикладі літака Ан-148-100:

1. Контроль ТУ поставки СкО на ділянку стикування відсіків.
2. Комплектація відсіків.
3. Підготовка стикувального стенду до роботи.
4. Завантаження відсіків в стенд та кріплення «мішеней» до відсіків.
5. Автоматичне позиціонування відсіків по ЛЦВС.

6. Свердління отворів в зоні стику
7. Виконання з'єднань по стику.
8. Контроль точності геометричних параметрів фюзеляжу.
9. Виймання агрегату зі стенду.

3.5 ОФОРМЛЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ВПРОВАДЖЕННЯ CAD/CAM/CAE-СИСТЕМ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ТОЧНОСТІ СТИКІВ

Компанії, що працюють в авіаційно-космічній галузі, стикаються з проблемами високої вартості розробки, дотримання термінів поставок, управління впровадженням інновацій і одночасним забезпеченням якості продукції. Для виходу на новий рівень ефективності, якості, відповідності технічним умовам і вартості їм необхідна трансформація підходу "проектування на основі моделювання".

Ключовим аспектом є підтримка безперервної пов'язаності в рамках цифрових технологій і інтеграції між різними командами. Це дозволяє їм реалізовувати безшовні робочі процеси, забезпечує спільний і керований доступ до інформації на всьому протязі циклу проектування. Ще одним ключовим фактором є об'єднання в єдину цифрову систему таких дисциплін і предметів, як: архітектура виробів, проектні вимоги, планування і проведення випробувань, розрахунки та верифікація, а також управління CAE-даними і процесами.

CAD (Computer Aided Design) – засоби автоматизованого проектування, в контексті зазначеної класифікації термін позначає засоби САПР, призначені для автоматизації двовимірного і / або тривимірного геометричного проектування (малюнок 3.5.1, 3.5.2), створення конструкторської та / або технологічної документації, і САПР загального призначення.



Малюнок 3.5.1 – Геометрична модель пасажирського літака

CAM (Computer Aided Manufacturing) - підготовка технологічного процесу виробництва виробів, орієнтована на використання ЕОМ. Під терміном розуміються, як сам процес комп'ютеризованої підготовки виробництва, так і програмно-обчислювальні комплекси, які використовуються інженерами-технологами. Традиційно вихідними даними для таких систем були геометричні моделі деталей, отриманих з систем CAD.

CAE (Computer Aided Engineering) - загальна назва для програм і програмних пакетів, призначених для вирішення різних інженерних завдань: розрахунків, аналізу та симуляції фізичних процесів. Розрахункова частина пакетів найчастіше заснована на чисельних методах вирішення диференціальних рівнянь (метод кінцевих елементів, метод кінцевих обсягів, метод кінцевих різниць і ін.). Сучасні системи автоматизації інженерних розрахунків (CAE) застосовуються спільно з CAD-системами (найчастіше інтегруються в них, в цьому випадку виходять гібридні CAD / CAE-системи).

САЕ-системи - це різноманітні програмні продукти, що дозволяють за допомогою розрахункових методів (метод кінцевих елементів, метод кінцевих різниць, метод кінцевих обсягів) оцінити, як поведе себе комп'ютерна модель виробу в реальних умовах експлуатації. Допомагає переконатися в працездатності виробу, без залучення великих витрат часу і коштів.

Контроль - процес необхідний, хоча часом він вимагає значних витрат і може збільшувати вартість виробу. Проте в переважній більшості випадків операції контролю дозволяють значно знизити втрати від браку, виявляючи його на ранніх стадіях, і ця економія здатна багаторазово окупили витрати на операції контролю. Витрати на брак включаються у вартість виробу, відповідно скорочення цих витрат веде до зниження вартості, перекривати додаткові витрати на контроль.

Завдяки контролю в технологічному ланцюжку з'являється зворотний зв'язок. Контроль дозволяє зрозуміти технологію виробництва і виявити, які операції потрібні для повторної обробки або які зміни необхідно внести в технологічний процес.

Метрологічні компанії створили величезну кількість вимірювальних засобів з різним обладнанням, призначеним для виконання різних завдань. Це можуть бути і невеликі контрольно-вимірювальні машини (далі – КВМ), що використовуються в умовах з певною температурою і вологістю, і портативні засоби, що застосовуються для вимірювання масштабних виробів в умовах виробництва або експлуатації. Точність таких засобів може варіюватися, тому точність, вартість і зручність роботи, як правило, вимагають узгодження.

На сучасному підприємстві зазвичай є цілий ряд засобів вимірювання на основі різних КВМ, кожне з яких вирішує свою задачу. Незважаючи на відмінності в технічних засобах, їх спільним завданням є створення якомога більш якісних звітів. З урахуванням особливостей процесу контролю на заводі загальна ефективність процесу контролю може бути поліпшена за

рахунок вдосконалення сумісності даних. Набагато швидше і простіше оцінити різні звіти по контролю, коли вони представлені в однаковому вигляді, і, звичайно, легше оперувати набором засобів вимірювання, якщо вони використовують однаковий інтерфейс.

Фотограметрія – це один із різновидів техніки контролю, яка застосовувалася для поліпшення аеродинамічних характеристик. Так для вимірювання зовнішніх поверхонь вертольотів або літаків використовується фотограмметрична система Geodetic Services VSTARS (рис. 3.5.2, 3.5.3). Це приклад того, як об'єкти вимірювання, в даному випадку - фюзеляж, виявилися занадто великими для традиційного вимірювального засобу. Маючи можливість помістити вимірювальний засіб безпосередньо на деталі, можливо використати PowerINSPECT для вимірювання відсіків фюзеляжу в зіставленні з оригінальними CAD-даними.



Рисунок 3.5.2 – Фотограмметрична система Geodetic Services VSTARS



Рисунок 3.5.3 – Фотограмметрична система Geodetic Services VSTARS

Схожу технологію використовують за допомогою роботів KUKA (малюнок 3.5.4). Роботи KUKA можуть визначати своє положення і орієнтуватися в просторі з надвисокою точністю, навіть за поганого освітлення. Обробка зображення відбувається безпосередньо в датчику, а точне відтворення в KUKA 3D Perception генерується навіть при швидких рухах. Використання декількох датчиків дозволяє збільшити точність позиціонування.



Малюнок 3.5.4 – Робот KUKA з 3D Perception

Така технологія вперше була використана на британській компанії Westland Aircraft. Компанія спромоглася помістити вимірювальні засоби безпосередньо на деталі, та використала PowerINSPECT для вимірювання відсіків фюзеляжу гелікоптера в зіставленні з оригінальними CAD-даними, які отримали з системи CATIA. В свою чергу керуючий компанією Westland Aircraft по механообробці виділив ряд технічних переваг нової технології.

По-перше, фотограмметричне обладнання набагато мобільніше, ніж традиційні засоби, але налаштування займає багато часу, проте виконання задачі по вимірюванню займає не більше години. По-друге, система дуже проста в транспортуванні. По-третє, інформація, що отримується з PowerINSPECT, видається в дуже наочному вигляді. Графіки та рисунки дозволяють правильно оцінити результати кожному кого це цікавить, а не тільки фахівцям. Крім того, система має дуже високу швидкість роботи - вона здатна проаналізувати тисячі точок менш ніж за хвилину. Можливість побачити результати і зрозуміти, в чому проблема, дозволяє приступити до її усунення в найкоротший термін.

Прагнучи до найвищої ефективності виробництва, потрібно зробити PowerINSPECT стандартним програмним забезпеченням для контролю. Суть полягає в послідовному отриманні звітів від усіх вимірювальних пристроїв; причому метрологи можуть просто передавати звіти з одного пристрою на інший. Це дозволяє використовувати для кожного завдання найбільш зручний в цьому випадку вимірювальний пристрій.

3.6 ВИБІР, ТЕХНІЧНИЙ ОПИС ТА ОБГРУНТУВАННЯ ЗАСОБІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ ДЛЯ СКЛАДАННЯ ОБ'ЄКТА

Наявність сучасних ЗТО на підприємстві є необхідною умовою його розвитку та забезпечення конкурентоздатності зі збереженням вигідних позицій на ринку. Собівартість продукції, яка включає в себе відповідні загальновиробничі та інші витрати, пов'язані з експлуатацією ЗТО, тим оптимальніша, чим сучасніші засоби використовуються. Радянська і пострадянська (а тепер, на жаль, і загальноукраїнська) тенденція до економії витрат на закупівлю ефективних прогресивних ЗТО на виробництво в сучасному світі викликає зрозумілий подив і відмову від співпраці зі сторони потенційних і часто вже існуючих замовників, які мали змогу побувати на виробництві такого виконавця робіт. Технічне переозброєння виробництва, таким чином, стає не просто показником доходності, а просто нагальною потребою для існування фірми, яка має на меті створення ЛА.

Орієнтація виробництва на сучасні ЗТО повинна відбуватися в наш час виключно з точки зору забезпечення комплексної механізації і автоматизації, і це в повній мірі стосується складальних процесів. Ряд консалтингових та (або) інжинірингових компаній, акредитованих на виконання робіт в авіаційній сфері – SOLVER (РФ), Bröetje Automation (Франція), MTorres (Іспанія), Gemcor (США) та ін. – займають впевнені позиції на ринку надання послуг із:

- аналізу стану існуючого виробництва;

- розробки програми технічного переозброєння існуючого виробництва;
- формування концепції та ідеології нового виробництва під конкретні виробничі площі та програми випуску;
- проектування, виготовлення, поставку, монтаж, налаштування відповідних спеціальних ЗТО, а також навчання персоналу замовника.



Вказані фірми мають спільну рису, яка полягає у забезпеченні згаданого вище комплексного підходу до забезпечення виробництва відповідними ЗТО, а питання осучаснення виробництва розглядають виключно із цієї позиції. Автоматизація ж виробництва в цілому чи окремих технологічних операцій вказаними фірмами визначається як абсолютна необхідність.

Необхідні ЗТО для стикування агрегатів планера літака, визначаються на підставі уточненої технологічної послідовності складання. До складу ЗТО входять: технологічне оснащення, механізований інструмент (далі – МІ), ріжучий інструмент (далі – РІ), обладнання та інші ЗТО.

Перелік ЗТО, необхідних для виконання ТП стикування агрегатів планера літака, вказані в таблиці 3.6.1.

Таблиця 3.6.1 – Перелік ЗТО, необхідних для виконання ТП стикування агрегатів планера літака

№ п/п	Найменування ЗТО	Основні технічні характеристики ЗТО
1	2	3
<i>А. Технологічне оснащення</i>		
A1	Комбінований стенд безстапельного стикування Broetje IJAS	Призначений для стикування відсіків фюзеляжу (див. розділ 2.2.)

<i>Б. Механізований інструмент (МІ)</i>		
Б1	<p>Пневматична ручна дріль</p> <p>Atlas Copco</p> <p>LBB26 EPX-007</p> 	<p>Потужність: 500 Вт</p> <p>Діаметр патрону: 13 мм</p> <p>Швидкість холостого ходу: 700 об/хв</p> <p>Вага: 0.82 кг.</p>
Б2	<p>Пневматичний клепальний молоток з гасителем вібрацій</p> <p>Atlas Copco</p> <p>RRH04P-01</p> 	<p>Енергія удару: 2 Дж</p> <p>Діаметр патрону: 10 мм</p> <p>Хід поршня: 15 мм</p> <p>Зусилля: 40 Н</p> <p>Середня витрата повітря: 3.7 л/с</p> <p>Вага: 1 кг.</p>

Б6	<p>Пневматичний гайковерт Atlas Copco LMV 28</p> 	<p>Мін. момент затягування : 5 Нм Макс. момент затягування : 11 Нм Тип гайковерта : Імпульсний Витрата повітря, постійна: 10 л/с Довжина : 264 мм Ширина : 22 мм Виконання: Кутовий Висота : 28 мм Вага : 1.1 кг.</p>
В. Ріжучий інструмент (PI)		
В1	<p>Суцільне твердосплавне свердло з алмазним покриттям для обробки пакетів КМУ + ММ Sandvik CoroDrill 854.</p> 	<p>Призначено для механічної обробки отворів в пакетах КМУ+ММ. Забезпечує точність отвору: Н8...Н9. Геометрія вершини оптимізована для запобігання сколів. Діапазон діаметрів свердел 4÷12,7 мм.</p>
В2	<p>Зенківка зі вставками з PCD (полікристалічний алмаз) Sandvik CoroDrill 452.</p> 	<p>Діапазон діаметрів 4÷12 мм. Діапазон кутів: дюймова система – 100°-130°, метрична система: 90°-120°.</p>

Г. Інші ЗТО		
Г1	<p>Прилад для контролю і виміру крутного моменту</p> <p>Atlas Copco MicroTorque</p> 	Використовується в процесі виконання з'єднань для динамічного вимірювання крутного моменту при затягуванні.
Г2	<p>Датчик налаштування крутного моменту</p> <p>Atlas Copco SRTT-B</p> 	Використовується для налаштування крутного моменту гайковерта

3.7 РОЗРОБКА НОВОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ СКЛАДАННЯ ОБ'ЄКТА

Розробляємий ТП стикування відсіків фюзеляжу обґрунтовується на всіх вищеописаних розділах Дисертації.

ТП має містити в собі:

- послідовність виконання технологічних операцій;
- необхідні ЗТО;
- методи та засоби контролю;
- кваліфікацію робітників (розряд);
- норми часу за операціями;

- інші вимоги.

Розробка ТП відбувається з урахуванням таких факторів:

- технологічна досконалість;
- підвищення продуктивності праці;
- покращення умов праці;
- забезпечення якості.

В ТП вказується:

1. Суть операцій і переходів технологічного процесу. Послідовність їх повинна відповідати певному плану. В загальному випадку процес складання виконується в наступному порядку:

- підготовка деталей до складання;
- установка деталей в заданому креслярському положенні;
- фіксація деталей у встановленому положенні;
- підготовка деталей до з'єднання;
- з'єднання деталей;
- контроль точності та якості з'єднань;
- завершуючі роботи.

2. Інструмент та обладнання, необхідне для кожної операції.

3. Норми часу на виконання операцій.

4. Спеціальність, кількість робочих і розряд робіт.

5. Операції контролю.

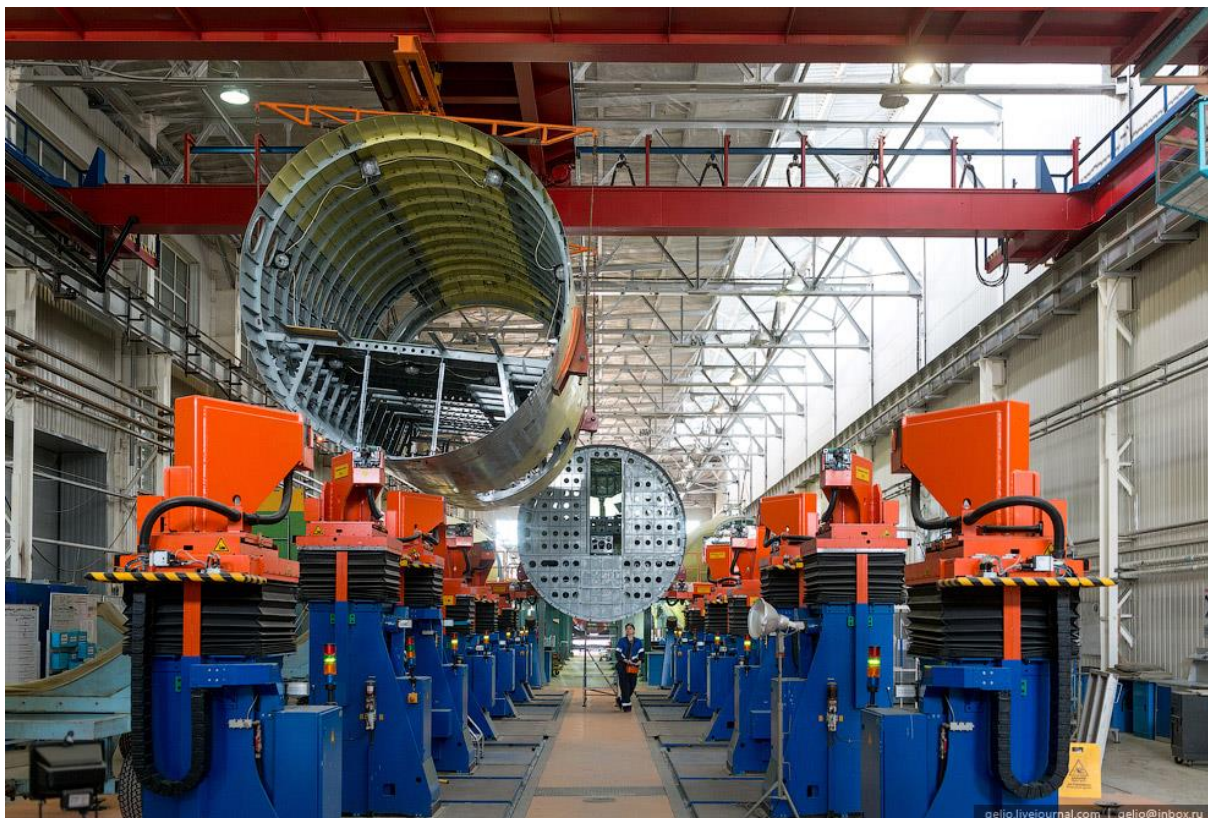
Мною розроблено ТП стикування відсіків фюзеляжу літака, на прикладі літака Ан-148-100:

1. Контроль ТУ поставки СкО в цех стикування відсіків.
2. Комплектація відсіків.
3. Підготовка стикувального стенду до роботи (малюнок 3.7.1)



Малюнок 3.7.1 – Стикувальний стенд «Brotje»

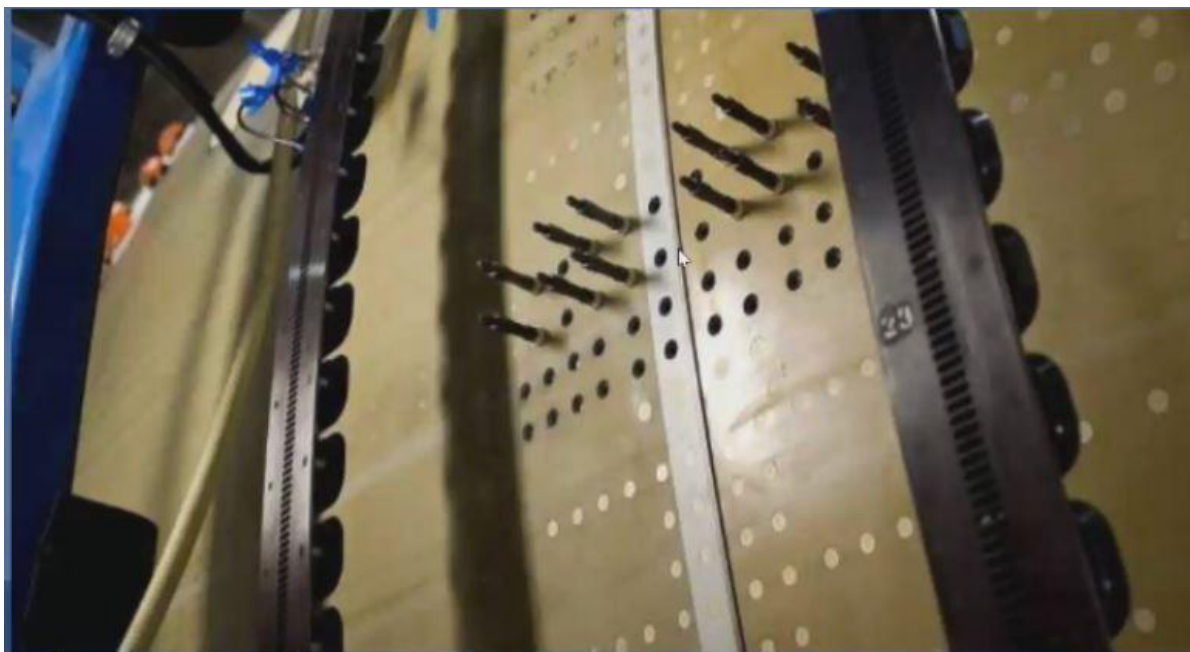
4. Завантаження відсіків в стенд та кріплення «мішеней» до відсіків (малюнок 3.7.2).
5. Кріплення відсіків по такелажним вузлах технологічними болтами.
6. Автоматичне позиціонування відсіків по ЛЦВС.
7. Встановлення автоматизованої свердлильної установки в зону стику. Позиціонування програмно по БО у шпангоутах.
8. Свердління отворів в зоні стику (малюнок 3.7.3).
9. Зенкування утворених отворів.
10. Встановлення тимчасового кріплення у виконаних отворах (малюнок 3.7.4).
11. Виконання з'єднань по стикам за допомогою заклепок та МІ (малюнок 3.7.5).



Малюнок 3.7.2 – Завантаження відсіків в стенд



Малюнок 3.7.3 – Свердління отворів



Малюнок 3.7.4 – Встановлення тимчасового кріплення



Малюнок 3.7.5 – Виконання з'єднань по стикам



Малюнок 3.7.6 – Стикування фюзеляжу з іншими агрегатами

12.Контроль точності геометричних параметрів фюзеляжу, нівелірування.

13.Виїмка агрегату зі стенду та передача на подальше стикування з іншими агрегатами (малюнок 3.7.6).

ВИСНОВКИ ПО РОЗДІЛУ

Було детально розглянуто конструкцію фюзеляжу та її особливості.

Відсіки між собою з'єднують заклепками, такий вид з'єднань відносять до не рознімних.

Виконане оцінювання виробничої технологічності конструкції об'єкта за якісними критеріями, та зроблений висновок, про те що, забезпечення

технологічності зони стику, як і агрегатів (відсіків), які з'єднуються між собою, є актуальною проблемою зараз.

Запропонована оновлена методологія оцінювання технологічності авіаційних конструкцій, зокрема зон стиків агрегатів з урахуванням ряда нормативних документів. Запропонований ряд авторських кількісних критеріїв технологічності.

Були висунені пропозиції, щодо впровадження CAD/CAM/CAE-систем для контролю точності стиків, а саме за допомогою фотограметрії.

Проаналізувавши робочий ТП, зроблено висновок, що в даній технології застосовуються морально застарілі ЗТО.

Розроблено новий робочий ТП стикування відсіків фюзеляжу літаків типу Ан-148.

4. СТАРТАП-ПРОЕКТ

4.1 ОПИС ІДЕЇ ПРОЕКТУ

Розділ містить економічне обґрунтування стартап-проекту “Забезпечення виробничої технологічності стиків агрегатів літаків”. Розділ має на меті ознайомлення з економічними та функціональними характеристиками майбутнього проекту, економічними аспектами його реалізації та впровадження у використання.

Зміст ідеї проекту, його можливі напрямки застосування, його основні вигоди, що може отримати користувач товару та його відмінності від існуючих аналогів наведено у таблиці 4.1.1.

Таблиця 4.1.1 – Опис ідеї стартап-проекту

<i>Зміст ідеї</i>	<i>Напрямки застосування</i>	<i>Вигоди для користувача</i>
Розробка нової технології стикування з урахуванням перегляду і перерахунку рівня технологічності конструкції стиків за модернізованою (оновленою) методологією	1. При проектуванні	Зручність при використанні складних деталей у конструкції
	2. При виробництві	Можливість автоматизованого складання агрегатів
	3. На стадії ремонту	Швидкість у заміні деталей чи агрегатів літака

Нова технологія складання агрегатів літака відрізняється від вітчизняної часом складання планера в цілому, високою точністю та економічною складовою.

Чотири основних фактори, що впливають на привабливість вибору ринку з огляду на характер конкуренції:

1. Основними конкурентами у галузі складання літаків є «Boeing» (США), «Airbus» (Європа), ЗАТ «Гражданские самолеты Сухого» (Росія), «Embraer» (Бразилія), Корпорація «Иркут», а також інші компанії, що займаються складанням літаків.
2. Наразі технологія складання агрегатів літаків морально застаріла та потребує її оновлення, з урахуванням усіх світових нововведень.
3. Основними постачальниками засобів технологічного оснащення для складання агрегатів літаків, є компанії «Desoutter» (Німеччина), «Atlas Copco» (Швеція), «Broetje» (Німеччина), які конкурують між собою.
4. Споживачами є організації, що займаються складанням літаків різних типів.

Для оцінювання конкурентноспроможності та складності виходу стартапу на ринок були виконані порівняння із рядом потенційних конкурентів, до яких можуть бути застосовані характеристики. Результати порівняння наведені в таблиці 4.1.2.

Таблиця 4.1.2 – Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

№ п/п	Техніко- економічні характери- стики ідеї	(Потенційні) товари/концепції конкурентів			W слабка сторона	N нейтра- льна сторона	S сильна сторон а
		Мій проект на основі літаків ДП «АНТОНОВ»	Компанія «Boeing»	Компанія «Airbus»			
1.	Форма виконання	Технологія	Технологія	Технологія		+	
2.	Собівар- тість	Низька	Висока	Висока			+

3.	Наявність спеціаліста для роботи з ЧПЗ	Треба	Треба	Треба		+	
4.	Масштабованість	Ні	Так	Так		+	

Проект має сильні сторони, що відсутні в існуючих аналогах та здатний із ними конкурувати. Сильними сторонами є низька собівартість.

Слабкою стороною є відсутність певних навичок з відпрацюванням технології автоматизованого складання та фінансова залежність.

4.2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АУДИТ ПРОЕКТУ

Проводиться аудит технологій, за допомогою якої може бути реалізована ідея проекту (технології створення товару).

Таблиця 4.2.1 – Технологічна здійсненність ідеї проекту

№ п/п	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1.	Автоматизована лінія складання агрегатів літаків	Автоматизований стенд складання агрегатів	Наявна	Платна, доступна
		Наявність спеціалістів, які знаються на роботі стенду	Наявна	Платна, доступна
Для створення базису автоматизованої лінії складання агрегатів літаків обрані технології (автоматизований стенд та спеціалісти по роботі з ними), які є платними та доступними.				

У таблиці таблиці 4.2.1 надано результати огляду основних технологій, що можуть бути використані з метою реалізації стартап-проекту, описаного вище. Було обрано технології, що не потребують допрацювань та додаткових витрат.

4.3 АНАЛІЗ РИНКОВИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАПУСКУ СТАРТАП-ПРОЕКТУ

Визначення ринкових можливостей, які можна використати під час ринкового впровадження проекту, та ринкових загроз, які можуть перешкодити реалізації проекту, дозволяють спланувати напрями розвитку проекту із урахуванням стану ринкового середовища, потреб потенційних споживачів (клієнтів) та пропозицій проектів-конкурентів.

Був проведений аналіз, а саме: наявність попиту, обсяг, динаміка розвитку ринку. Результати аналізу представлені у таблиці 4.3.1.

Таблиця 4.3.1 – Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

<i>№ п/п</i>	<i>Показники стану ринку (найменування)</i>	<i>Характеристика</i>
1.	Кількість головних гравців, од	5
2.	Загальний обсяг продажів, грн/ум.од	300000000 грн./ум.од
3.	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає
4.	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Немає
5.	Специфічні вимоги до сертифікації	Є
6.	Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	$R = (300000000 * 100) / (3500000 * 12) = 71,4\%$

Дії, необхідні для виходу на ринок, залежать в тому числі і від потенційних споживачів. Аналіз цільових аудиторій споживачів даного продукту наведено у таблиці 4.3.2.

Таблиця 4.3.2 - Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

<i>№ n/n</i>	<i>Потреба, що формує ринок</i>	<i>Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)</i>	<i>Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів</i>	<i>Вимоги споживачів до товару</i>
1.	Потреба у вітчизняних літаках на авіалініях	Компанії, які здійснюють авіаперевезення	Очікується низька зацікавленість в стартапі закордонних компаній	Надійність та якість обслуговування

Відповідно до результатів аналізу цільових аудиторій споживачів описаного продукту, наведеного у таблиці 4.3.2 та необхідного для виходу на такий ринок, який було описано в таблиці 4.3.1, слід спрямовувати зусилля на активне просування проекту в приватні компанії-споживачі.

Важливим процесом для виходу на ринок та орієнтації на певну цільову аудиторію споживачів є аналіз можливих загроз стартап-проекту, що можуть спричинити значні проблеми його розвитку. Результати такого аналізу факторів загроз продукту наведено в таблиці 4.3.3.

Таблиця 4.3.3 – Фактори загроз

<i>№ n/n</i>	<i>Фактор</i>	<i>Зміст загрози</i>	<i>Можлива реакція компанії</i>
1.	Динаміка ринку	Уповільнення зросту ринку	Співпраця з іншими компаніями для поліпшення ситуації на ринку
			Розширення на суміжні ринки
2.	Конкуренція	Вихід на ринок великої компанії	Вихід з ринку
			Надати додаткові переваги власного продукту лише за появи сильного конкурента
3.	Держава	Зростання податків	Перегляд виконання умов, що зменшують податки, поступове підвищення тарифів

Відповідно до результатів аналізу можливих факторів загроз стартап-проекту описаного продукту, наведеного у таблиці 4.3.3 та необхідного для виходу на ринок, описаного в таблиці 4.3.1, існує ряд ризиків які слід враховувати при планування виходу продукту на ринок та мати орієнтовні сценарії їх мінімізації та компенсування їх впливу, наведені в таблиці вище.

Аналогічно до загроз стартап-проекту, що можуть спричинити значні проблеми для його розвитку, важливою частиною є огляд можливих сприятливих умов, використання яких може значно покращити становище спартап-проекту та надати перевагу порівняно із конкурентами. Такі сприятливі умови та відповідні можливості розглянуто в таблиці 4.3.4.

Таблиця 4.3.4 – Фактори можливостей

<i>№ n/n</i>	<i>Фактор</i>	<i>Зміст можливості</i>	<i>Можлива реакція компанії</i>
1.	Конкуренція	Зниження довіри до конкурента внаслідок помилок в обслуговуванні	Акцентувати увагу на якісному ТО
2.	Конкуренція	Зменшення числа конкурентів за рахунок якості та меншої ціни	Продаж продукту авіаперевізникам по цінам меншим ніж у конкурентів
3.	Технології	Поява нових технологій	Аналіз новітніх технологій складання продукту у світі
4.	Держава	Послаблення обмежень в законодавстві	Оптимізація діяльності для скорочення витрат

Відповідно до результатів аналізу можливих сприятливих умов для описаного продукту, наведеного у таблиці 4.3.4 та бажання до виходу на ринок, описаного в таблиці 4.3.1, існує ряд можливих реакцій компанії, правильне застосування яких може надати значну перевагу порівняно із конкурентами.

Конкуренція на ринку може стати як причиною занепаду компанії, так і стимулом завдяки якому стартап-проект значно покращить якість послуг та отримає корисний для майбутнього розвитку досвід. У зв'язку з цим в таблиці 4.3.5 проводиться аналіз пропозиції: визначаються загальні риси конкуренції на ринку стартап-проекту.

Таблиця 4.3.5 – Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

<i>Особливість конкурентного середовища</i>	<i>В чому проявляється характеристика</i>	<i>Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)</i>
Тип конкуренції: Чиста	Існують фірми-конкуренти на ринку	Врахувати ціни конкурентних компаній на початкових етапах створення ідеї стартапу, реклама (вказати на конкретні переваги перед конкурентами)
За рівнем конкурентної боротьби: Національний	Зарубіжні конкуренти	Додати можливість вибору характеристик літака (тобто виробляти літак під замовника)
За галузевою ознакою: Внутрішньогалузева	Конкуренти мають літаки, що використовуються лише внутрішньогалузево	Створення літака, як пасажирського так і для грузоперевезення, і сільського господарства
Конкуренція за видами товарів: Між бажаннями	Сфера авіаційної галузі	Створити літак дешевший ніж у конкурентів, але с такими ж характеристиками
За характером конкурентних переваг: Цінова	Вдосконалення та можливість створення нового літака, дешевшого ніж у конкурентів	Використання автоматизованих ліній складання агрегатів літака на вітчизняних підприємствах
За інтенсивністю: Не марочна	Бренди відсутні	-

Як було зазначено вище, конкуренція відіграє надзвичайно важливу роль у розвитку компанії. У зв'язку з цим в таблиці 4.3.6 наведено аналіз конкуренції в галузі за кількома її складовими, для кожної з якої наведено висновки.

Таблиця 4.3.6 - Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

<i>Складові аналізу</i>	<i>Прямі конкуренти в галузі</i>	<i>Потенційні конкуренти</i>	<i>Постачальники</i>	<i>Клієнти</i>	<i>Товари-замінники</i>
Висновки:	Існує 5 основних конкурентів на ринку	Можливості для входу на ринок наявні	Постачальники приступні	Важливим для користувача є низька собівартість	Використання автоматизованих ліній складання
	Найбільш схожим за виконанням є конкуренти: ЗАТ «Гражданские самолеты Сухого», Корпорація «Иркут»	Надане рішення спрощує та пришвидшує роботу спеціаліста.	Додаткових умов постачання обладнання дані фірми не висувають	Клієнти оформлюють замовлення виходячи із ТТХ, які їм потрібні	Менша собівартість товару

Відповідно до результатів аналізу пропозиції описаного продукту, наведеного у таблиці 4.3.6, визначено основні особливості конкуренції на ринку стартап-проекту та зазначено висновки щодо кожної зі складових проведеного аналізу для успішної конкуренції на ринку.

На основі аналізу конкуренції із урахуванням характеристик ідеї проекту, вимог споживачів до товару та факторів маркетингового середовища (таблиці 4.3.5 та 4.3.6) визначається та обґрунтовується перелік факторів конкурентоспроможності, що наведено у таблиці 4.3.7.

Таблиця 4.3.7 – Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

<i>№ п/п</i>	<i>Фактор конкурентоспроможності</i>	<i>Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)</i>
1.	Низька собівартість	Складання літака на поточних автоматизованих лініях
2.	Можливість проходження ТО	ТО можливе проводити на заводі виробнику

Відповідно до результатів аналізу факторів конкурентоспроможності продукту, наведеного у таблиці 4.3.7, обґрунтовано головні фактори конкурентоспроможності.

На основі результатів аналізу зазначених вище факторів конкурентоспроможності даного стартап-проекту проведено аналіз сильних та слабких його сторін, результат якого надано в таблиці 4.3.8 за використання оцінки конкурентоспроможності за 20-бальною шкалою.

Таблиця 4.3.8 – Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін проекту

<i>№ п/п</i>	<i>Фактор конкурентоспроможності</i>	<i>Бали 1-20</i>	<i>Рейтинг товарів-конкурентів у порівнянні з ДП «АНТОНОВ»</i>						
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
1.	Низька собівартість	20		+					
2.	Можливість ТО на заводі виробника	17		+					
3.	Автоматизована лінія складання літаків	10					+		

Відповідно до результатів аналізу сильних та слабких сторін проекту, наведеного вище та необхідного для виходу на ринок, було визначено, що

найбільшою перевагою стартап-проекту є його масштабованість та адаптивність.

Результати аналізу, що надані в таблиці 4.3.8, використано для проведення SWOT-аналізу, що є фінальним етапом ринкового аналізу можливостей впровадження проекту. Результат SWOT-аналізу представлено у вигляді матриці аналізу сильних (Strength) та слабких (Weak) сторін стартап-проекту, зазначених в таблиці 4.1.2, загроз (Troubles) з таблиці 4.3.3 та можливостей (Opportunities) з таблиці 4.3.4.

Таблиця 4.3.9 – SWOT-аналіз стартап-проекту

Сильні сторони: можливість випускати продукцію по мінімальним цінам	Слабкі сторони: перенасищеність ринку авіаперевезень пасажирськими літаками
Можливості: реклама, акцентування уваги на універсальності та достовірності, заохочення співробітників-конкурентів до зміни компанії	Загрози: перегляд виконання умов, що зменшують податки, поступове підвищення тарифів

На основі SWOT-аналізу розроблено альтернативи ринкової поведінки для виведення стартап-проекту на ринок та орієнтовний оптимальний час їх ринкової реалізації з огляду на потенційні проекти конкурентів, що можуть бути виведені на ринок. Для визначених альтернатив виконано аналіз з точки зору строків та ймовірності отримання ресурсів, результати якого наведено в таблиці 4.3.10.

Таблиця 4.3.10 - Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

№ n/n	Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
1.	Витіснення слабких конкурентів з ринку	100%	6-10 місяців
2.	Перегляд податків	50%	невідомо

Відповідно до результатів аналізу з точки зору строків та ймовірності отримання ресурсів, наведеного вище, для реалізації проекту доцільним є розглянути обидва варіанти, так як, один пункт доповнює другий, адже при менших податках і ціна на продукт буде значно меншою, що посприє швидшому виходу на ринок авіаперевезень.

4.4 РОЗРОБЛЕННЯ РИНКОВОЇ СТРАТЕГІЇ СТАРТАП-ПРОЕКТУ

ВИСНОВКИ ПО РОЗДІЛУ

Розроблення ринкової стратегії першим кроком передбачає визначення стратегії охоплення ринку: опис цільових груп потенційних споживачів, які вказані в таблиці 4.4.1.

Таблиця 4.4.1 - Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п/п	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1.	Державні компанії	Економія експлуатаційних витрат	Високий	2 конкуренти з продуктами відповідної функціональності, проте більшої собівартості	Адаптивність та масштабованість, низька собівартість
2.	Закордонні компанії	Економія експлуатаційних витрат	Середній		Адаптивність та масштабованість, низька собівартість
Обрано цільові групи: Державні компанії, закордонні компанії					

Результати розгляду цільових груп потенційних споживачів стартап-проекту, дозволяють визначити які переваги продукту можливо використати для виходу на цей сегмент ринку, а також чи є доцільною витрата ресурсів для впливу на певну групу.

За результатами аналізу потенційних груп споживачів (сегментів) було обрано основну цільову групу, який проект буде запропоновано для використання. Для ефективного впровадження продукту в обраних групах має бути розроблена стратегія охоплення ринку.

Таблиця 4.4.2 – Визначення базової стратегії розвитку

<i>№ n/n</i>	<i>Обрана альтернатива розвитку проекту</i>	<i>Стратегія охоплення ринку</i>	<i>Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи</i>	<i>Базова стратегія розвитку*</i>
1.	Автоматизована лінія складання літаків	Ринкове позиціонування	Адаптивність, низька собівартість, масштабованість	Диференціація

За результатами визначення базової стратегії розвитку, представленими в таблиці 4.4.2, було обрану оптимальну стратегію розвитку за альтернативою, що має задовольняти основним потенційним групам споживачів стартап-проекту.

Відповідно до результатів отриманих в ході вибору базової стратегії розвитку стартап-проекту, що включає в себе такі компоненти як альтернатива розвитку, стратегія охоплення ринку, конкурентоспроможні позиції, було обрано диференціальну базову стратегію. В той самий час необхідним є також і вибір стратегії конкурентної поведінки, наданий в таблиці 4.4.3.

Таблиця 4.4.3 – Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

<i>№ п/п</i>	<i>Чи є проект «Першопроходцем» на ринку</i>	<i>Чи буде компанія шукати нових споживачів</i>	<i>Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента і які</i>	<i>Стратегія конкурентної поведінки</i>
1.	Так	Так	Так: - Автоматизована лінія складання	Зайняття конкурентної ніші

Зважаючи на диференціальну базову стратегію розвитку та стратегії зайняття конкурентної ніші - стратегії конкурентної поведінки, - розроблено стратегію позиціонування, а саме сформовано ринкову позицію як комплекс асоціацій, для ідентифікації споживача торгівельної марки та проекту.

Таблиця 4.17 – Визначення стратегії позиціонування

<i>№ п/п</i>	<i>Вимоги до товару цільової аудиторії</i>	<i>Базова стратегія розвитку</i>	<i>Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап-проекту</i>	<i>Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту (три ключових)</i>
1.	Адаптивність, низька собівартість, масштабованість	Диференціація	Адаптивність, низька собівартість, масштабованість, автоматизація	Адаптивність, низька собівартість, масштабованість, автоматизоване складання

ВИСНОВКИ ПО РОЗДІЛУ

Собівартість сучасного ЛА напряму залежить від рівня технології, за якою він створюється. Сама авіаційна конструкція, будучи, за замовчуванням, конкурентоздатною, передбачає відповідність вимогам технологічності, яка у сукупності із застосовуваними ЗТО і формує

технологічний облік виробу. Зменшення трудомісткості як додатковий фактор осучаснення конструкції може відбуватися різними шляхами, і представниками основних таких шляхів є орієнтування ЛА в цілому на забезпечення найвищого рівня технологічності. І якщо потужний і талановитий кадровий потенціал авіаційного підприємства існує (створений або збережений), то необхідною умовою його плідної роботи є відповідний техніко-технологічний потенціал.

ВИСНОВКИ

Фінальна стадія створення літального апарата (далі – ЛА), а саме остаточне складання, передбачає фактично передостання (перед першим випробувальним польотом) перевірку правильності всіх закладених у конструкцію інженерних ідей. Саме тут, в агрегатно-складальних цехах та цехах остаточного складання основного виробництва авіабудівного підприємства об'єднуються між собою компоненти, які надійшли на склади цих виробничих площ від суміжників, розташованих як на одній території з заводом, так і в інших містах та країнах світу. І роль технології при виконанні таких робіт грає неабияку роль.

Враховуючи, що поняття «складання агрегату» передбачає комплекс робіт з базування, закріплення і виконання з'єднань між собою відсіків, секцій, панелей, вузлів і деталей, які надходять на складання цього агрегату, можна говорити про стапель як оснащення, конструкція якого передбачає виконання перших двох із означених операцій, а саме базування і закріплення (далі разом – установка). Цей підхід є досить розповсюдженим на закордонних авіабудівних підприємствах, але на вітчизняних, як правило, у стапелі виконуються і переважна більшість з'єднань.

Операція стикування відсіків (агрегатів) ЛА на вітчизняних підприємствах передбачає аналогічні складання операції, але виключно в зоні стику; замість стапеля використовується інше технологічне оснащення, яке фактично представляє собою візки з ложементами та іншими базовими і закріплюючими елементами. Базування відсіків (агрегатів) при стикуванні відбувається, як правило, по базовим поверхням ложементів візків, з подальшою взаємною орієнтацією вже на місці. Як і при складанні, такий підхід передбачає великий обсяг ручної праці, а необхідність доведення стиків відсіків і агрегатів «на місці» також унеможливорює забезпечення високих точностних параметрів зони стику.

Проведені аналітичні дослідження дозволяють стверджувати, що забезпечення технологічності зони стику, як і агрегатів (відсіків), які з'єднуються між собою, є актуальною технологічною проблемою і зараз.

Методи оцінювання рівня виробничої технологічності – а саме за якісними і кількісними критеріями – залишаються актуальними дотепер, але самий склад критеріїв потребує перегляду: не тільки для відповідних класифікаційних груп авіаційних конструкцій, а і для галузі в цілому, з урахуванням динаміки змін вимог до ЛА і його компонентів. І процес цей повинен бути законодавчо прописаний у корпоративній нормативно-технічній документації підприємства. А відтоді з'явиться і новітня система оцінювання, яка ще ефективніше дозволить функціонувати системі «конструктор-технолог-робочий».

Перелік якісних критеріїв технологічності для зони стику є досить обмеженим за кількістю, адже стосується фактично вимог відповідності реальному виробництву виконуваних з'єднань і досить обмежених за габаритами зон конструкції елементів, які входять до конструкції стику. Так, формування оновленого переліку якісних критеріїв для зони стику повинно відбуватися з урахування вже потенційної заміни кріпильних елементів, які є загальноновживаними при стикувальних роботах, на більш сучасні. Відомо, що стикування відсіків і агрегатів вітчизняних ЛА відбувається в основному з використання болтів, заклепок і болт-заклепок, причому останні використовуються досить обмежено, хоч і є досить розповсюдженими, а їх технологічна і експлуатаційна привабливість доведена давно.

Щодо кількісних критеріїв як найбільш досконалих і компетентних, з точки зору впливу на остаточний технологічний облік виробу, то їх перелік повинен формуватися виключно підприємствами-розробниками, а не по галузі в цілому у якості директив. Такий підхід дозволить максимально орієнтувати конструкцію стику конкретного ЛА на можливості відповідного виробництва, а також враховувати певні виробничі традиції самого підприємства. Виконано аналіз існуючих у відкритому доступі кількісних

критеріїв технологічності та, з урахуванням вище наведених міркувань, запропоновано власний підхід до формування такого переліку, а також безпосередньо авторські критерії.

В якості конструкції стику літака, обрано і виконано огляд аналогу, який є досить типовим для вузькофюзеляжних літаків: як турбогвинтових, так і турбореактивних. Врахована пропозиція комплексної автоматизації та механізації робіт стикуванню відсіків та самому складанню розглядуваного фюзеляжу. Розроблено адаптивну технологію стикування, з урахуванням пропозицій щодо технічного переозброєння базового підприємства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Абибов А.Л. Технология самолетостроения. - М: Машиностроение, 1982.
2. Бабушкин А. И. Метод сборки самолетных конструкций. – М.: Машиностроение, 1975.
3. Бойцов В. В. и др. Сборка агрегатов самолета. – М.: Машиностроение, 1983.
4. Нормативно-технические документы, действующие в авиационной отрасли Украины.
5. Шульженко М.Н. Конструкция самолетов. – М.: Машиностроение, 1971.
6. Ярковец А. И. Основы механизации и автоматизации технологических процессов в самолетостроении. – М.: Машиностроение, 1991.
7. Гусева Р. И. Особенности технологии сборки планера самолета – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КНАГТУ», 2013.
8. <https://www.broetje-automation.de/ru/>
9. <http://www.take-off.ru/item/2181-kak-stroitsya-ms-21>
10. <http://www.ato.ru/content/sobran-pervyy-fyuzelyazh-samoleta-il-76md-90a-po-besstapelnoy-tehnologii>
11. <https://ria.ru/20190826/1557908015.html>
12. <https://www.boeing.com/>
13. <https://www.atlascopco.com/de-de>
14. <https://www.sandvik.coromant.com/de-de/pages/default.aspx>
15. <https://www.kuka.com/>
16. <https://ritm-magazine.ru/ru/public/sborka-i-kontrol-izdeliy-aerokosmicheskoy-promyshlennosti>
17. <https://ru.wikipedia.org/>